BEITRÄGE ZUR KENNTNIS DES QUARTÄRS IM WÜRTTEMBERGISCHEN ALLGÄU ZWISCHEN ÖSTLICHEM BODENSEE UND ALTDORFER WALD

Horst Weinhold

1974

74 235

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546528_0014

BEITRÄGE ZUR KENNTNIS DES QUARTÄRS IM WÜRTTEMBERGISCHEN ALLGÄU ZWISCHEN ÖSTLICHEM BODENSEE UND ALTDORFER WALD

D i s s e r t a t i o n

zur Erlangung des Grades eines Doktors
der Naturwissenschaften

dem Fachbereich Erdwissenschaften
der Eberhard-Karls-Universität zu Tübingen

vorgelegt von

Dipl.-Geol. Horst Weinhold
aus Dömitz

1973

Tag der mündlichen Prüfung: 18.3.1974

Dekan: Prof. Dr. Herm

1. Berichterstatter: Prof. Dr. German

2. Berichterstatter: Prof. Dr. Lodemann

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Inhaltsverzeichnis.

		Seite
1.	Vorwort	1
2.	Der Altdorfer Wald	5
3.	Das Mosertal und seine westliche Begrenzung	11
4.	Das Gebiet Schlier - Hintermoos - Gessenried	17
5.	Der Bereich Waldburg - Vogt	19
6.	Das Haslach - Amtzeller Becken mit seiner Schwellenregion Edensbach - Hannober - Bodnegg	22
7.	Das Tertiärrelief im Südteil des Karseebeckens	37
8.	Die Ablagerungen im Karseebecken	4o
9.	Der östliche Rand des Schussentales zwischen Ravensburg und Tettnang	51
1o.	Die östliche Seite des Schussentales südlich Tettnang	58
11.	Die Tannauer Hohlform	59
12.	Der westliche Rand des Schussentales südlich Ravensburg	66
13.	Das Gebiet zwischen Friedrichshafen - Oberraderach - Kluftern	67
14.	Die Schotterflächen von Wangen, Haslach und Primisweiler	68
15.	Die Kuppenlandschaft östlich der Schussen	77
16.	Die Morphologie der Erhebungen in der Kuppenlandschaft	79
17.	Geologischer Aufbau des Hügellandes	88
18.	Zur Entstehung der Kuppenlandschaft	1o4
19.	Statistische Beobachtungen und Untersuchungen an gekritzten Geschieben	112
2o.	Zusammenfassung	142
21.	Schrifttum	145

1. Vorwort

Im Auftrag der ehemaligen Planungsgemeinschaft östlicher Bodensee-Allgäu, welche die Landkreise Tettnang, Ravensburg und Wangen umfaßt, leitete Prof. Dr. GERMAN seit dem Sommer 1968 Kartierarbeiten zum Zwecke der Kiesprospektion.

Im Zuge dieser Untersuchungen war es möglich - Dank des großzügigen Verständnisses besonders des Vorsitzenden Landrats Dr. MÜNCH - über den Rahmen der Kieskartierung hinaus Forschungsarbeiten im gleichen Raume durchzuführen.

Mein besonderer Dank gilt Prof. Dr. GERMAN, der meine Untersuchungen betreute, mir mit konstruktiver Kritik zur Seite stand und zahlreiche Literaturhinweise gab. Die mit ihm und meinen Kollegen H.HERMANN, H.HOLZMANN, M.MADER und S.SHIFTAH durchgeführten Geländebegehungen und daran knüpfende Diskussionen ermöglichten überregionale Betrachtungen und Vergleiche, die sich für die Deutung der lokalen Geschehnisse als recht nützlich erwiesen.

Dem Leiter des geologischen Landesamtes von Schleswig-Holstein, Herrn Prof. Dr. STREMME, bin ich zu Dank verpflichtet für die Zeit, die mir zur schriftlichen Beendigung der Arbeit großzügig gewährt wurde.

Herr Prof. Dr. FILZER übernahm liebenswürdigerweise die pollenanalytische Bestimmung einiger Proben. Bei zwei weiteren Proben führte freundlicherweise das niedersächsische Landesamt für Bodenforschung durch Herrn Dr. GEYH C^{14}-Bestimmungen durch, wodurch eine Altersansprache der Sedimente ermöglicht wurde.

Viel Verständnis für Materialwünsche und Gerätebeschaffung brachten mir die Herren MOTZ und SCHNEIDER vom Landratsamt Wangen entgegen. Ferner wurde auch durch die Tätigkeit von Herrn Braumeister a.D. GAILE aus Wangen im dort eingerichteten 'Zentrallabor' der reibungslose Ablauf der Arbeiten stets gesichert.

Die Lage des Arbeitsgebiets ist aus Abb. 1 ersichtlich. Die verwendeten Ortsnamen und Gemarkungsbezeichnungen richten sich nach den Angaben der entsprechenden topographischen Karten, Maßstab 1 : 25000.

Die quartären Sedimente des Gebietes gliedern sich in extramarginale Bildungen wie Randmoränen, Vorstoßschotter (WEIDENBACH 1937), Flußschotter und intramarginale Ablagerungen wie Eisrandschwemmkegel, Eisrandterrassen, Kames (WOLDSTEDT 1929), Deltaschüttungen und Grundmoränen.

Ausführliche Beschreibungen und Charakterisierung der Sedimente wurden vorgenommen von GERMAN (197o a, 1971 a, u.a.) und MADER (197o, 1971).

Die Sedimentansprache erfolgt im folgenden unter besonderer Berücksichtigung von Korngröße, Sortierung, Schichtenaufbau, Lagerung, Ausbildung der einzelnen Gerölle und Mächtigkeit der Sedimentkomplexe.

So zeichnen sich Randmoränen durch wirre Lagerung von Sand, Kies und Blöcken aus. Sämtliche Korngrößen können vertreten sein, auch Schluff. Bei Stauchmoränen treten geschichtete Partien auf, anhand derer die Stauchrichtung mitunter einzumessen ist.

Vorstoßschotter zeigen zum Hangenden hin immer schlechtere Sortierung und Einregelung der Gerölle, was durch die Annäherung des Eises und den sich damit verkürzenden Transportweg bewirkt wird. Die Sedimentmächtigkeit kann bis zu 3o Meter und darüber betragen.

Flußschotter enthalten Sand und Kies, sind gut sortiert und haben einen einheitlichen Schichtenaufbau. Dachziegellagerung und gute Rundung der Gerölle sind typisch.

Eisrandschwemmkegel bilden lokal begrenzte, sandreiche Hügel. In den geneigten Schichten, deren Einfallswinkel sich auf kleinem Raum verändert, liegen scharfkantige Gesteinsstücke eingestreut. Die Sedimentanlieferung erfolgte aus dem Eis heraus.

Eisrandterrassen und Kames stellen Sedimente dar, die eng an den Eisrand gebunden sind. Eisnähe und Schmelzwassereinfluß machen sich gleichermaßen bemerkbar. Es werden zahlreiche Schichtenfolgen mit wechselnder Korngröße abgelagert. Gekritzte Geschiebe, kantiges und gerundetes Material sind miteinander vermengt.

Deltaschüttungen erreichen je nach Lage im Becken Mächtigkeiten von 5o Metern und mehr. Sie setzen sich zusammen aus gleichförmigen Schichtkomplexen mit reichlich Kies und Sand sowie feinkörnigen Sohlschichten und kiesigen Übergußschichten. Manche Partien können infolge Sackung und Rutschung in gestörter Lagerung vorliegen.

Grundmoränen führen meist reichlich Schluff. Sie bilden kompakte gegen Verwitterung wegen ihrer Undurchlässigkeit sehr widerstandsfähige Schichten und erreichen Mächtigkeiten bis zu 7 Meter. Die Geschiebe sind gut gerundet und vielfach gekritzt, Findlinge treten seltener auf.

Anmerkung:

Entsprechend der Verkleinerung der Arbeit von DIN A4 auf DIN A5 vergrößert sich der auf den Skizzen angegebene Maßstab um den Faktor 1,42.

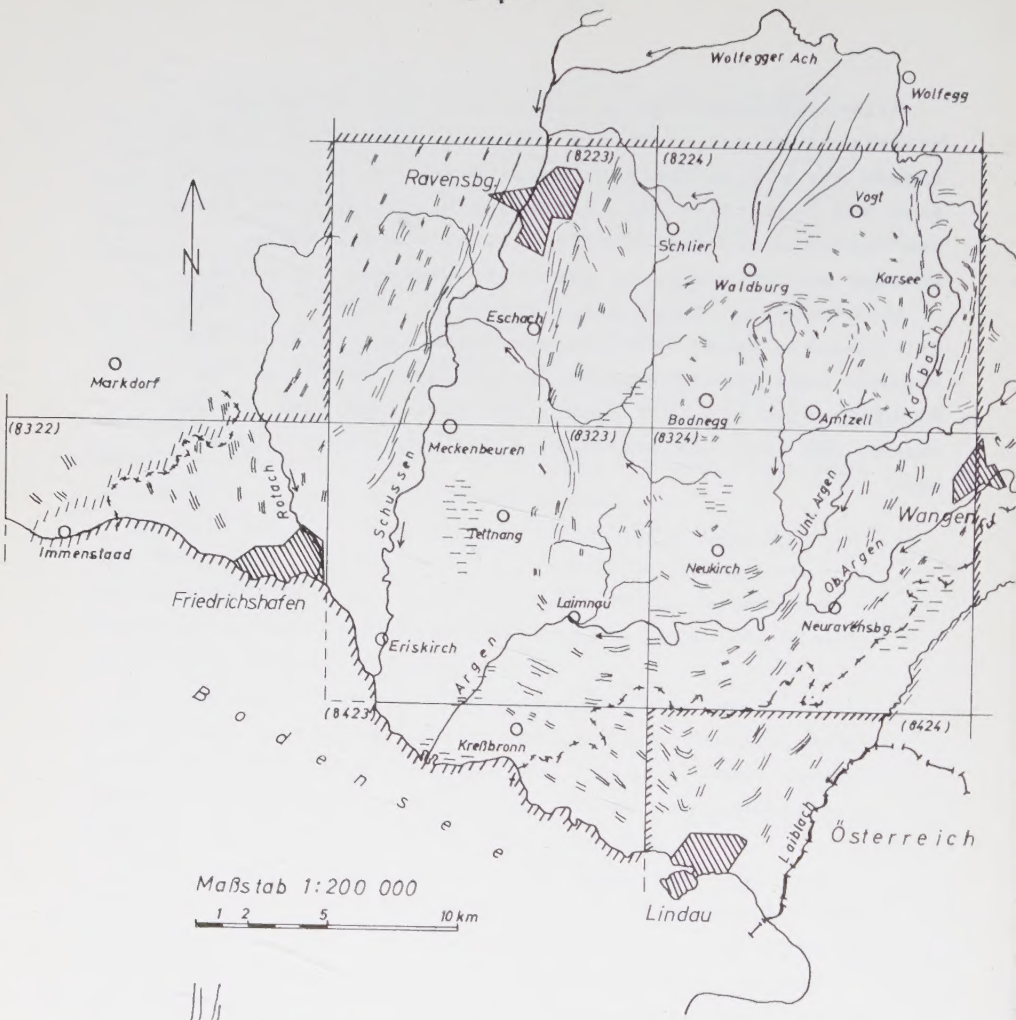

Wolfegger Ach
Wolfegg
(8223)
(8224)
Ravensbg.
Vogt
Schlier
Waldburg
Karsee
Eschach
Markdorf
(8322)
Bodnegg
Amtzell
Korbach
Meckenbeuren
(8323)
(8324)
Rotach
Schussen
Unt. Argen
Wangen
Tettnang
Immenstaad
Neukirch
Ob. Argen
Friedrichshafen
Laimnau
Neuravensbg.
Eriskirch
Argen
(8423)
Kreßbronn
(8424)
Bodensee
Österreich
Laibach
Maßstab 1:200 000
1 2 5 10 km
Lindau
langgestreckte Hügel
Kuppen
Moor
Landesgrenze
Österr. Grenze
Grenze des Kartiergebiets
(8323)
Begrenzung der Meßtischblätter (incl. Nr.)

Abb. 1

2. Der Altdorfer Wald.

(Topographische Karte 1 : 25ooo, Nr.8224)
(Morphologische Übersicht in Abb.2).

Der gesamte Altdorfer Höhenrücken wird von Schmelzwassersedimenten und spärlichen Moränenresten aufgebaut, die den bereits von PENCK (19o9, S.411) vermuteten NNE - SSW streichenden Tertiärsockel verdecken. Eine etwa noch vorhandene Grundmoränenbedeckung des Tertiärs wurde in den Aufschlüssen nicht gefunden.

Das zu beiden Seiten des Altdorfer Rückens abfließende Schmelzwasser erodierte die bei hohem Eisstand angelegte Mittelmoräne auf dem Scheitel der Erhebung bis auf geringe Reste am Galgenberg und Hohbühl. Ebensowenig blieben Randmoränen jüngerer Eisrandlagen an den Seiten des Rückens erhalten. Lediglich die über das ganze Gebiet verstreuten Findlinge von mitunter über 1 Meter Durchmesser lassen später erodierte Randmoränen vermuten.

Nach SCHWARZENHÖLZER (195o) schüttete das auf den Terrassenflächen abfließende Schmelzwasser eine Kieslage auf, während die Steilkanten selbst aus Moränenmaterial bestehen sollen. Inzwischen neu angelegte Kiesgruben widersprechen dieser Auffassung jedoch. Zusätzliche Schürfe in den Steilkanten und auf den Terrassenflächen zeigten, daß unter geringer Verlehmung auf den ebenen Bereichen überall Schmelzwassermaterial vorkommt.

Struktur und Textur der gletschernahen Ablagerungen weisen von Aufschluß zu Aufschluß deutliche Unterschiede auf. In einer kleinen Kiesgrube im Heißer Forst (R 5422o/ H 9468o, Bl.Waldburg) sind ca. 3 Meter sandiger Mittel- bis Grobkies mit Schüttung nach Süden aufgeschlossen. Im Hangenden sind schluffhaltige Schotterlagen eingeschaltet. Geringe Verbiegung der Schichten am Westrand und im obersten Bereich des Aufschlusses könnten entweder die Folge von Sackungen oder Eisstauchung sein. Eine weitere Kiesgrube im 'Oberen Tannenwald' (R 561oo/ H 9535o, Bl. Waldburg) zeichnet sich durch Grobblocklagen (Geröllduchmesser bis 4o cm), gekritztes Material und schlechte Sortierung aus. Im oberen Teil der Kiesgrubenwand vorkommende eingeregelte Gerölle wurden nach Osten geschüttet. Andere

Abb. 2

Schematische Übersicht über den Südteil des Altdorfer Waldes zwischen Waldburg, Wolfegg und Erbisreute.

kleine Kiesgruben in der Umgebung enthalten schlecht sortierten Grobkies mit Schüttungsrichtungen nach Südosten und Südwesten. Die unterschiedlichen, teilweise sogar widersprüchlichen Fließrichtungen des Schmelzwassers deutet auf lokale Besonderheiten in der Topographie hin.

Zu erwarten wären Richtungen nach Norden, entsprechend der allgemeinen Entwässerung, da im Süden ja das Eis lag. Außerdem können gewundene, oft ihren Verlauf ändernde Flüsse auftreten. Viele Einkerbungen und Buchten längs der steilen Anstiege deuten diese Möglichkeit an.

Die wenige Meter tiefen und breiten wannenartigen Vertiefungen, denen man überall auf den Terrassen begegnet, sind nicht in jedem Fall als Toteislöcher zu deuten. Es kann sich dabei auch um Strudellöcher und Auskolkungen des Schmelzwassers sowie um die durch Eisrandschwemmkegel hervorgerufene Kleinmorphologie handeln. Toteisbildungen würden die vielen kleinen Hügel in engster Nachbarschaft der Vertiefungen nicht erklären.

Insgesamt kann man im Anschluß an GERMAN (1950) und SCHWARZENHÖLZER (1950) drei größere Terrassen unterscheiden. Die höchste Terrassenebene liegt auf ungefähr 710 - 720 m NN (Abb.2). Dort, wo der Weg Oberankenreute - Hehnen westlich Hehnen den Kamm des Altdorfer Rückens schneidet, quert ein Tal, in dem das Schmelzwasser des östlichen zum westlichen Gletscherzweig hinüberfloß. Die nach Norden abfallende Talsohle durchschneidet die oberste Terrasse auf der Westseite des Rückens, während sie auf der Ostseite mit einer Terrassenfläche zusammenfällt. Sowohl die Talrichtung als auch das unterschiedliche Gefälle weisen auf die Entwässerungsrichtung hin. Das Schmelzwasser des Wangener Gletscherzweiges (östlich vom Scheitel des Altdorfer Waldes liegend) floß bei einer Eislage von 700 - 720 m NN an dieser Stelle in den westlichen Entwässerungsbereich der Schussen-Eiszunge hinüber.

Der Auslauf beider Täler vereint sich auf der Westflanke des Altdorfer Rückens in Höhe der zweiten, mittleren Terrassenebene in 68o - 69o m NN. An dieser Stelle befindet sich ein Bereich mit besonders vielen Vertiefungen, Rinnen und Tälchen.

Die zweite Terrasse beginnt im Westen auf der Höhe von Wetzisreute (Bl.Waldburg) und senkt sich nach Norden ab. Auf der Ostseite des Rückens tritt sie erst viel weiter nördlich im Raume Grund (Bl.Reute) in Erscheinung. Sie ist nicht so gut ausgebildet wie im Westen.

Die dritte und tiefste Terrasse ist allein auf der Westflanke ausgebildet. Sie erstreckt sich über eine Länge von 2,5 Kilometer und neigt sich ebenfalls nach Norden von 68o auf 66o m NN. Ihr schräger, breiterer, durchfurchter Abfall zum Gletscherbecken hin legt den Schluss nahe, dass der Gletscherrand schneller als zuvor zurückwich und daher nicht mehr soviel Zeit zur Präparation einer steilen Terrassenkante zur Verfügung stand.

Am nördlichen Ende der Terrasse südöstlich von Hintermoos lagerte das Schmelzwasser Kies und Sand mit mehreren Metern Mächtigkeit ab. Die Einregelungsmessungen ergaben Fließrichtungen nach Westen. Die Akkumulation erfolgte demnach in Verlängerung der untersten Terrasse gegen das Eis.

Die Gestaltung der Westflanke des Altdorfer Waldes mit ihrer deutlichen Terrassierung kam durch den nach Nordosten gerichteten Eisschub zustande. Dadurch wurde der Westhang des Rückens zum Prallhang für Eis und Schmelzwasser.

WAGNER (1911) versuchte, die bei Waldburg noch erhalten gebliebenen Randmoränenreste in die Gliederung der 'PENCKSCHEN Serie' einzureihen. Er deutete die Vorkommen südöstlich von Waldburg (733 m NN), des Schloßbergs (771 m NN), des Hohbühl (765 m NN) und Galgenbergs

(776 m NN) als mehrfache Vorstoßphasen nach dem Würm-Maximalvorstoß innerhalb der Inneren-Jung-Endmoräne. Wie in dem nachfolgenden Zitat von WAGNER (1911, S.298) anklingt, geschah die Ansprache vorwiegend nach geomorphologischen Gesichtspunkten, wobei wohl aus Mangel an Aufschlüssen der sedimentologische Befund außer Acht gelassen wurde.

> "Weiter ziehen Moränen dieser Phase im Osten über den Rücken der Waldburg. Wenn auch der Waldburgrücken von den Moränen ganz überkleidet ist, so lassen sich doch zwei Hauptzüge unterscheiden, die nach Norden divergieren. Der eine zieht sich von der Waldburg gegen Wittschwende - Egg und tritt also mit dem beschriebenen Hauptwall dieser Phase in Verbindung, der andere zeigt in seiner Richtung gegen Wolfegg . . . "

> "Der Gletscher dieses Standes wurde also von dem Waldburgrücken zerschnitten. Und selbst die beiden nach Norden divergierenden Ufermoränen lassen sich in zwei Unterstände scheiden, so dass wir hier v i e r Moränenwälle dem Waldburgrücken entlang unterscheiden können. Wenn es sich hier um die Vereinigung zweier Gletscherzungen handeln würde, könnte man die Waldburger Moränen Mittelmoränen nennen. "

Wie bereits erläutert, ist der Waldburgrücken aus Schmelzwassersedimenten aufgebaut. Moränen befinden sich nur noch im südlichsten Ausläufer desselben, sowie teilweise am Ostrand bei Heißen und Hankel und Sieberatsreute - Greut jenseits des Mosertales. Bei diesen Moränen handelt es sich von ihrer Struktur her gesehen um zwei verschiedene Typen:

1.) Moränen im Zuge Waldburg - Galgenberg. Sie bestehen aus schluffreichem Material, das mit vielen Findlingen durchsetzt ist. Schichtung ist nicht vorhanden.

2.) Moränen zwischen Wetzisreute - Sieberatsreute und bei Heißen. Dies sind Stauchmoränen. Sie bestehen aus wenig schluffhaltigem, ursprünglich gut geschichtetem Material. Sandlinsen und Kieshorizonte erlauben in einigen Fällen sogar wirtschaftlichen Abbau.

Der Rücken Waldburg - Galgenberg enthält Reste einer Mittelmoräne. Diese wurde vom Rheinvorlandgletscher angelagert,

der sich nach NE in zwei Zungen aufspaltete. Der im Scheitel des Altdorfer Rückens aufgefahrene Moränenschutt war bei Waldburg am mächtigsten und nahm nach Nordosten ab, da sich am vordersten Punkt gegen das Eis das meiste Material anstaute. Das zwischen Moräne und Eis abfließende Schmelzwasser erodierte die Mittelmoräne bis auf die Reste im Süden. Die Stauchmoränen bei Heißen, Sieberatsreute und Wetzisreute gehören jüngeren Eisbewegungen des Würmgletschers bei niedrigerem Eisstand an, die am Altdorfer Rücken zum Stillstand kamen.

Somit gibt es hier anstelle von vier kurz hintereinander gebildeten Moränenwällen einen Mittelmoränenrest, der vermutlich dem Maximalvorstoß angehört. Daneben wurden Terrassenschotter als Eisrandbildungen und Stauchmoränen jüngerer Gletscherbewegungen abgelagert.

Zusammenfassung:

Das Hochgebiet des Altdorfer Waldes trägt auf seinem Scheitel noch Reste einer Mittelmoräne, die vermutlich dem Würm-Maximalvorstoß zuzurechnen ist. Die terrassierten Flanken des Rückens werden nicht wie bisher angenommen von Moränen gebildet, sondern setzen sich aus Schmelzwassersedimenten wechselnder Beschaffenheit zusammen. Stauchmoränen jüngerer Eisbewegungen treten nur lokal in den Randbereichen des Höhenrückens auf.

3.) Das Mosertal und seine westliche Begrenzung.
(Topographische Karte 1 : 25ooo, Nr.8223)

Das Mosertal trennt den Altdorfer Rücken von einem Höhenzug, der sich von Egg bis nach Wetzisreute erstreckt. (Vgl. Skizze und Profile in Abb.6). Der Bereich zwischen Egg und der Straße Sieberatsreute - Waldburg enthält ziemlich mächtige Schmelzwasserablagerungen mit Nord bis Nordost weisender Schüttung. Wie die vielen Eisrandschwemmkegel andeuten, erfolgte die Sedimentation bereits in unmittelbarer Nähe des Eises. Die große Kiesgrube bei den Badstuben im Mosertal (R 5336o/H 92ooo, Bl.Waldburg) zeigt die Zusammensetzung des Höhenzuges nördlich der Straße Siebratsreute- Waldburg. Abb.3.

Abb.3
Vorstoßschotter mit aufgelagerter Grundmoräne der Kiesgrube bei den Badstuben im Mosertal. Blickrichtung nach SW. Foto: Weinhold 1971

Die gesamte Aufschlußhöhe beträgt ungefähr 4o Meter.
Sie ist gegliedert vom Liegenden zum Hangenden in:

1.) Kieslagen mit eingeschalteten dünnen Sandbändern und -linsen. Flache Kreuzschichtung ist häufig. Die Gerölle sind gut gerundet und sortiert. Den Abschluß bildet im Hangenden eine o,5 Meter mächtige Sandschicht, nach Süden (in der Abbildung links) ausdünnend. Dort treten auch pfeilerartige Nagelfluhblöcke auf. Die Kieslagen nehmen die untere Hälfte des Aufschlusses ein.
2.) 7 - 8 Meter mächtige Schotter mit kantigen, schlecht sortierten Geröllen. Ihre Oberfläche

ist durch Aufeinanderprallen während des Transportes punktiert worden. Kritzen kommen selten vor, namentlich an den vereinzelt anzutreffenden Blöcken (Ø bis 5o cm). Grobe Schrägschichtung deutet auf Transport nach Nordwesten hin. Stellenweise kam es zu Nagelfluhbildungen in Form flacher, ausgedehnter Platten.

3.)Die Schotter gehen ohne scharfe Trennungslinie in 7 Meter mächtige Grundmoräne über, in der ein Teil von ihnen aufgenommen wurde. (In der Abb. in der oberen Abschrägung der Aufschlußwand, links die Stufe bildend.)

4.)Eisrandschwemmkegel-Material, schräggeschichtet, sandreich. (Im Bild morphologisch als Hügel gut sichtbar.)

Die Vorstoßschotter bilden das Fundament der westlichen Einfassung des Mosertales nach Norden bis zur Straße Greut - Waldburg. Wie weit sie sich nach Süden fortsetzen, kann auf Grund fehlender Aufschlüsse nur vermutet werden. Alte Kiesgruben in der Umgebung von Dietenberg enthalten schlecht sortierte, in Eisnähe abgelagerte Schotter, so dass wohl die südlichsten Vorkommen mit Vorstoßschottern in der Erhebung zwischen dem Gehöft Frankenberg (R 5256o/H 91ooo, Bl.Waldburg) und Waldburg zu suchen sind. Stauchungen durch spätere Vorstöße mit tieferer Eislage sind an dieser Stelle durchaus denkbar.

Das sich nach Südwesten bis Egg fortsetzende Hügelgelände besteht aus Schmelzwasserterrassen und - wie aus der Morphologie ersichtlich - Eisrandschwemmkegeln.

Nördlich der aus dem Mosertal nach Wetzisreute abzweigenden Straße wurden in einer neu angelegten Kiesgrube gestauchte Schotter abgebaut. (R 53ooo/ H 9353o, Abb.4). Die Basis der Kiesgrube liegt mit 67o m NN um 3o Meter tiefer als die Kiesgrube in den Badstuben. Die Gerölle sind kantig, gekritzt und wechseln mit Blocklagen und Sandschlieren. Die Stauchung erfolgte nach Osten, gegen den Altdorfer Rücken. Entsprechend der Höhenlage gehört die Stauchmoräne nicht zu dem Vorstoß der Badstuben. Sie ist jünger. Die dem Vorstoß der Badstuben zugehörigen Randmoränen lagen weiter östlich: entweder im Bereich der Terrassen des Altdorfer Rückens oder im Mosertal, bevor es so tief erodiert wurde. Sie dürften in einer Höhe von ca. 73o m gelegen haben.

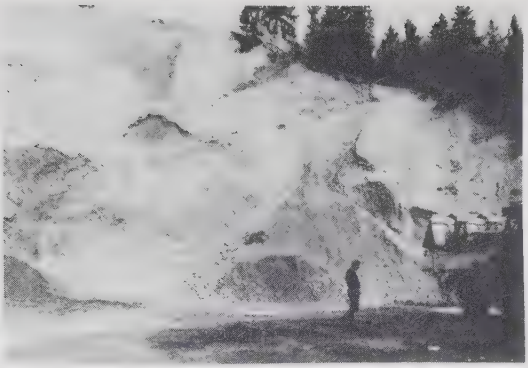


Abb. 4 Stauchfalten in der Kiesgrube am nördlichen Ausgang des Mosertales. Blickrichtung nach N. Foto: Weinhold 1971.

Die Fortsetzung des jüngeren Stauchmoränenwalles nach Süden ist durch eine Kiesgrube nordöstlich Sieberatsreute gesichert (R 52610/ H 91670). Hier liegt er direkt auf der Grundmoräne eines weiter reichenden Vorstoßes (Abb.5)

Abb.5 Diskordant auf Grundmoräne (helle Färbung) aufgelagerte gestauchte 'eisrandnahe' Schotter mit eingemischtem Moränenschutt östlich Sieberatsreute. Stauchrichtung nach E. Blickrichtung nach S. Foto: Weinhold 1970.

Die Schmelzwässer des jüngeren Vorstoßes schufen die nach Nordosten in das Mosertal auslaufenden Entwässerungsrinnen bei Bockstall und Krottenbühl.

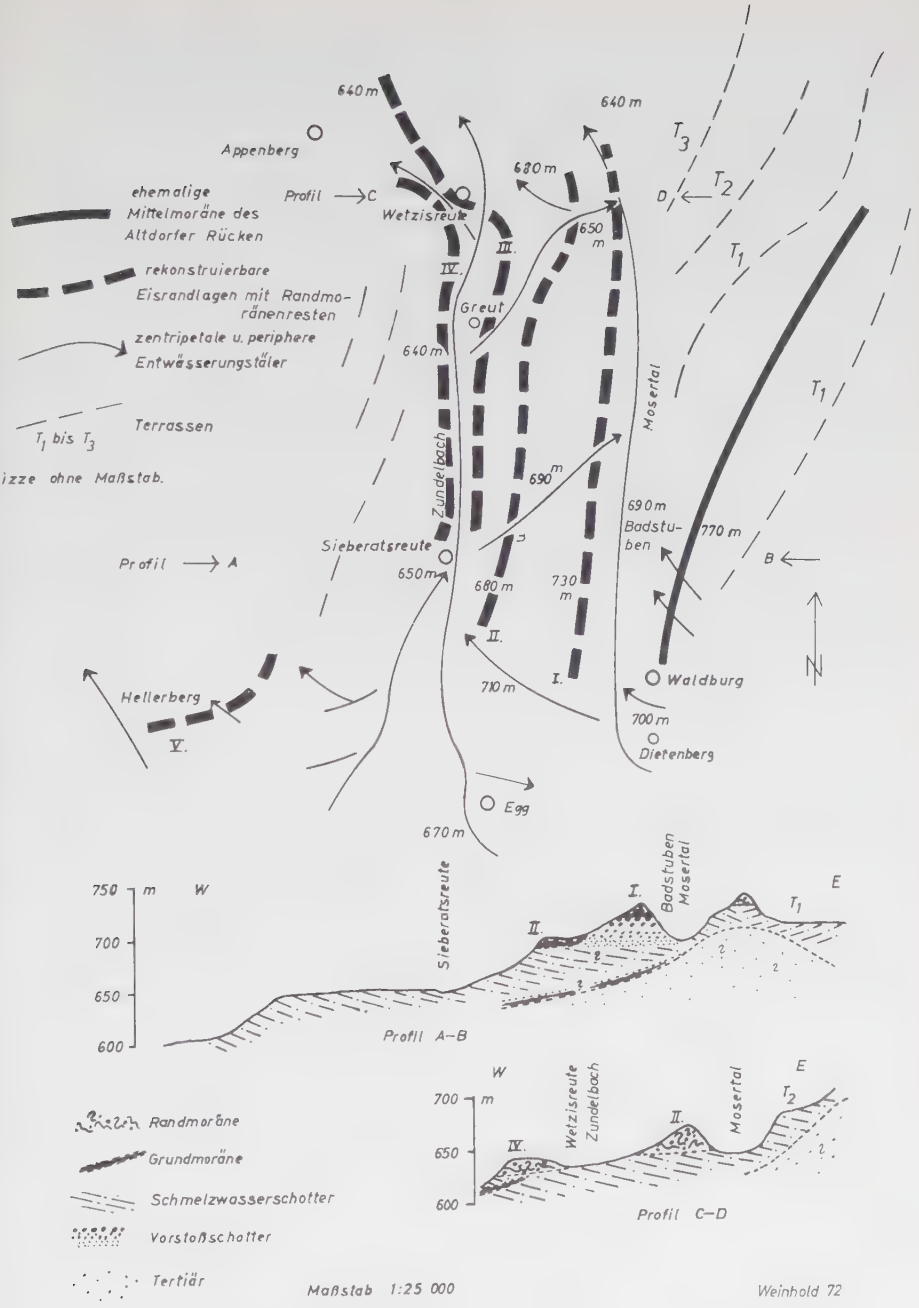
Die Schmelzwässer beider Eisrandlagen (in Abb.6, S.15) gekennzeichnet durch I und II) flossen in das peripher gelegene Mosertal. Bei Eisrandlagen über 7oo m NN nahm es zusätzlich noch Schmelzwasser aus dem Argenlobus auf, das zwischen Waldburg und Dietenberg von Osten her einmündete. Bei einer jüngeren Eisrandlage war kurzfristig südlich Dietenberg um den Mittelberg herum noch der Zufluß von Osten möglich. Das Mosertal war damals um über einen Kilometer nach Süden verlängert.

Morphologisch ähnelt das Mosertal einem nach Norden gerichteten Trompetental (TROLL 1924). Da jedoch keine Bildung aus einem Sander oder einer Endmoräne heraus vorliegt, sondern eine periphere Entwässerungsrinne, ist dieser Ausdruck nicht zu verwenden.

Die Durchlässigkeit der Vorstoßschotter und Schmelzwassersedimente im Mosertal und westlich davon hat zur Folge, dass es heute kein Wasser mehr führt.

Randmoränenreste eines dritten Vorstoßes (III in Abb.6) blieben westlich Appenberg in 64o m NN erhalten. Die große Kiesgrube im Stöcklisberg enthält ca. 1o m mächtige Vorstoßschotter und darüber in gleicher Mächtigkeit unsortiertes Moränenmaterial (R 5242o/H 9391o). Auffällig ist die westliche Schüttungsrichtung der oberen Schotterpartien. Sie wurden von Flüssen abgelagert, die bogenförmig in den nordwestlich gelegenen bereits eisfreien Beckenteil des Schussenlobus einmündeten. Außer bei Appenberg ist ein Rest des Walles noch südöstlich Wetzisreute im Hanganstieg nach Greut zu vorhanden. Von hier aus knickte er parallel den Moränenwällen I und II nach Süden ab.

Ein vierter Randmoränenzug befindet sich andeutungsweise westlich Wetzisreute am Ausgang des Zundelbachtales. (IV in Abb.6). Seine Lage ähnelt der des Wallrestes am



Übersicht und Profile des Raumes nordwestlich Waldburg. Abb. 6

am Ende des Mosertales. Durch die südlich vorgelagerte Hügelkette aus Schmelzwassersedimenten blieb er vor der Erosion geschützt.

Die gleiche Funktion wie das Mosertal für die Eisrandlagen I und II hatte das Zundelbachtal als periphere Entwässerungsrinne für die Eisrandlagen III und IV. Bei relativ hoher Eisrandlage von 690 m bezog es bei Kofeld zusätzlich Schmelzwasser aus dem Argenlobus. Es wurde bei weiterem Abschmelzen des Eises sozusagen zum 'Ersatz-Mosertal', weil in jenem die Tiefenerosion mit dem immer niedriger werdenden Eis nicht Schritt halten konnte. (Vgl.Profil C-D, Abb.6).

Die am Hellerberg bei Atzenweiler 3 km WSW Waldburg vorgefundenen Randmoränenreste liegen auf der Höhe von 630 und 650 m. Sie können einer fünften Eisrandlage zugeordnet werden (V in Abb.6). Ihre Fortsetzung nach Norden bleibt auf Grund fehlender Aufschlüsse offen.

Die Beschreibung der Genese des Mosertales im Luftbildatlas von FEZER/MUUSS (1971) berücksichtigt den Altersunterschied zwischen der Entstehung des Altdorfer Rückens und des Mosertales nicht. Es wird lediglich als Entwässerungsrinne des abschmelzenden Schussenlobus betrachtet, die entlang seiner Seitenmoräne wirksam war. Später, bei tieferem Eisrand, übernahm die Zundelbachrinne deren Funktion. Die Darstellung vernachlässigt jedoch die Tatsache, dass sich das Mosertal auf der Nahtlinie zwischen Altdorfer Rücken und Randsedimenten jüngerer Eisrandlagen befindet. Der Sedimentwall westlich des Mosertales wurde, wie durch die Kiesgrube in den Badstuben belegt, erst während eines erneuten Gletschervorstoßes aufgeschüttet.

Zusammenfassung:

Westlich des Altdorfer Rückens können mit Hilfe von Randmoränenresten eine Reihe von Eisrandlagen rekonstruiert werden. Die am Westrand des Altdorfer Waldes gelegene periphere Schmelzwasserrinne des Mosertales gehört einem jüngeren Gletschervorstoß an, dessen Randsedimente neben dem Altdorfer Rücken abgelagert wurden. Das noch weiter westlich gelegene Zundelbachtal übernahm später die Funktion des Mosertales.

4. Das Gebiet Schlier - Hintermoos - Gessenried.
(Topographische Karte 1 : 25ooo, Nr.8223, 8224, 8124)

In einer alten Kiesgrube bei Hintermoos sind Eisrandschwemmkegelschüttungen aufgeschlossen. (R 5355o/ H 9574o, Abb.7). Die sich abwechselnden Sandfächer und dünnen

Abb.7 Zusammengesetzter Eisrandschwemmkegel bei Hintermoos mit Schüttungen von rechts und links (Ost und West). Blickrichtung nach Norden. Foto: Weinhold 197o

Kieslagen werden von einer Schicht aus Grobkies mit gekritzten Geröllen überdeckt. Das Vorkommen wurde von den Rändern einer sich aufgabelnden Eiszunge aufgebaut. Ein Zweig reichte in das zwischen Altdorfer Rücken und Hintermooser Forst gelegene Lochmoos (Bl.Reute) hinein, der andere bog in Richtung Erbisreute (Bl.Reute) ab.

Das aus der Lochmoos-Niederung abfließende Schmelzwasser schotterte zusammen mit Schmelzwassern aus dem Süden einen flachen Kieskörper bei Oberankenreute auf, der durch eine alte Kiesgrube noch teilweise aufgeschlossen ist. (R 5347o/ H 955oo, Bl.Waldburg). Unter brauner Verwitterungsdecke von über 1 m Mächtigkeit steht sandiger Kies an. Die eingeregelten Gerölle wurden nach Südwest geschüttet. Diese Richtung kreuzt sich mit der des aus dem Mosertal abfließenden Wassers. Dadurch kam es zur Bildung eines ausgedehnten Schotterfeldes im Bereich Oberankenreute - Wetzisreute-Appenberg.Die randlich am Schuttfächer austretenden Quellen sowie Tümpel in kleinen Vertiefungen zeigen, daß das Grund-

wasser nicht allzu tief - ca. 10 Meter - liegt. Als Wasserstauer kommt die bei Appenberg und Kehrenberg in einigen Aushüben angetroffene Grundmoräne in Frage. Es darf daher im Bereich der Kiesauflage mit einer Bedeckung der Grundmoräne von etwa 10 Metern gerechnet werden.

Die Hügel zwischen Albisreute, Gessenried und Kehrenberg sind aus gekritzten Schmelzwasserschottern aufgebaut nicht aber aus Moränen, wie WAGNER (1911) annahm. Die Schüttung erfolgte vom Eis weg, beispielsweise nach Osten bei Gessenried (Baugrube am östlichen Ortsausgang und nach NNE in der alten Kiesgrube an der Straße Zundelbach - Schattbuch, R 5032o/ H 9548o). In zwei nahe beieinander gelegenen, kleinen Schürfen südlich Eratsrein (R 5215o / H 9492o) sind im Liegenden gekritzte Grobkiesgerölle aufgeschlossen. Darüber folgen zwei bis drei Meter Sand (Schüttung nach Westen). Den Abschluß bildet eine schlecht sortierte Blocklage mit kantigen, gekritzten Komponenten. Wahrscheinlich handelt es sich bei dem Sand um Teile eines Eisrandschwemmkegels, der zwischen Schmelzwasserschottern sedimentiert wurde.

Mehrere kleine Hügel auf der Linie Dietenbach - Appenberg -Spinnenhirn bestehen ebenfalls aus in Eisnähe abgelagerten Schmelzwasserschottern und Eisrandschwemmkegeln. Sie sind Reste von ehemals umfangreicheren Ablagerungen, die die Schmelzwässer der Zundelbachrinne usw. erodierten.

In zwei Aufschlüssen gibt es Anzeichen für einen zwischen den Sedimentrücken entstandenen See. So wurden bei Fechtberg Kiese in Deltaschichtung abgelagert (R 5163o / H 9353o). Die Schüttung erfolgte nach Norden, womit die südliche Begrenzung des Sees gegeben ist. Das Westufer befand sich im Eibösch nördlich Schlier (Aufschluss mit Deltaschichten, Neigung nach Südosten).

Zusammenfassung:

Schmelzwassersedimente, die in unterschiedlicher Entfernung vom Eis abgelagert wurden, kennzeichnen den beschriebenen Bereich. An manchen Stellen ist die unterlagernde Grundmoräne aufgeschlossen. Deltageschichtete Kiese liefern den Hinweis auf Seebildung nordöstlich Schlier.

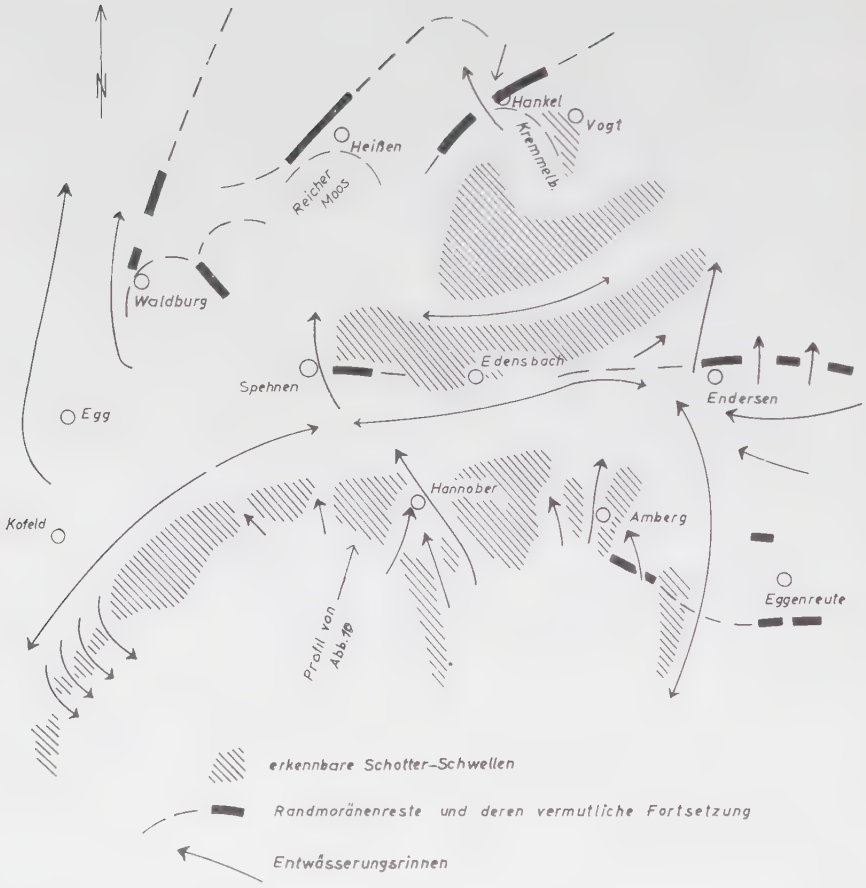
5. Der Bereich Waldburg - Vogt.

(Topographische Karte 1 : 25ooo, Nr.8224)

Das Gebiet zwischen Waldburg und Vogt ist in eine Reihe kleinerer Eisrand-Zungenbecken aufgegliedert (Abb.8). Am deutlichsten ausgeprägt sind die Niederungen des Reicher Moos und des Kremmelbach südlich Heißen. Nur noch an wenigen Stellen blieben Reste der die Eiszungen umgebenden Randmoränen erhalten. So bei Heißen mit der Höhenlage 71o m (alte Kiesgrube, R 555oo/H 935oo). Sandlinsen, Kieslagen und unsortiertes, grobes, schluffreiches Material wurde hier durch das Eis dermaßen gestaucht und zusammengeschoben, daß keine exakte Stauchrichtung mehr zu erkennen ist. Reicher Moos und Kremmelbach-Senke werden durch einen aus gekritzten, mäßig gut geschichteten, schluffigen Schmelzwasserschottern aufgebauten Sedimentrücken von einander getrennt, dessen Kuppen ebenfalls noch Randmoränenreste enthalten. Kantige Findlinge und Kiesgerölle in regellosem Verband kennzeichnen die inzwischen wieder verstürzte Kiesgrube bei Hankel (R 5661o / H 9345o).

Schluffige, gekritzte Schmelzwasserschotter überwiegen im Bereich Waldburg - Vogt. Sie wurden in die kleinen Zungenbecken aus Süden und Südosten geschüttet. Nagelfluhbänke wurden nordwestlich Neuhaus gefunden (R 5811o/ H 9237o). Die Neigung der gut geschichteten Schotter erreicht 1o bis 15 Grad.

Östlich Waldburg liegt ein kleiner Moränenhügel von ca. 2o m Höhe. Im Zusammenhang mit einem südwestlich anschließenden kleinen Becken und einem noch weniger herauspräparierten auf der anderen, kann man den Hügel als Teil einer Gabelmoräne ansehen, zu deren Seiten zwei kleine Eiszungen lagen. Am Osthang der Erhebung ist die Moräne in einem alten teilweise verrutschten Schurf aufgeschlossen (R 5383o/ H 9119o). Das Sediment ist mergelig-schluffig und sehr dicht. Die scharfkantigen, gekritzten Fimdlinge mit Durchmessern von 1 bis 2 m liegen unorientiert und ohne gegenseitige Berührung in der feinkörnigen Matrix.



(Skizze ohne Maßstab)

Das Schmelzwassersystem südlich Waldburg. Abb.8

Weinhold 72

Unter Verkennung des faziellen und sedimentologischen Bestandes der Kuppe wird diese von FEZER & MUUSS (1971) offenbar unter geomorphologischen Gesichtspunkten als Materialeinschwemmung in eine Gletscherspalte im Toteis gedeutet. Die feste Konsistenz des Feinmaterials wie auch die Regellosigkeit der Blöcke beweisen jedoch, daß hier nie Schmelzwassereinwirkungen erfolgten, geschweige denn eine Materialumlagerung infolge Einschwemmung bei der Entstehung des Hügels stattfand.

Zusammenfassung:

Der Bereich Waldburg - Vogt enthält eine Reihe kleinere Eisrand-Zungenbecken, die von Randmoränenresten umgeben sind. Weit verbreitet sind eisrandnahe, schluffige und gekritzte Schmelzwasserschotter.

6. Das Haslach - Amtzeller Becken mit seiner Schwellenregion Edensbach - Hannober - Bodnegg.
(Topographische Karte 1 : 25ooo, Nr.8224)

Das Haslach - Amtzeller Becken wird im Norden von zwei Schwellen umgeben. Die äußere Schwelle beginnt bei Spehnen und reicht ostwärts über Edensbach hinaus, die innere erstreckt sich südlich von Kofeld über Hannober bis westlich Eggenreute. (Vgl. Abb.8). Nach WEIDENBACH (1937) entsprach der Beckenrand Endmoränenwällen der Inneren-Jung-Endmoräne. Wie die Untersuchungen westlich des Altdorfer Rückens bereits ergaben, bestehen diese Hügelketten größtenteils aus Schmelzwasserschottern. Die vereinzelten Randmoränenreste kennzeichnen Serien von Eisrandlagen, von denen aber keine derart dominiert, dass man sie einem besonderen Gletschervorstoß zuordnen kann. Ebenso verhält es sich bei den Schwellen von Edensbach und Hannober.

Bei Marktanner östlich Edensbach ist im Scheitel des Walles Schmelzwassermaterial mit rasch wechselnder Zusammensetzung aufgeschlossen (R 5680o/ H 9166o, Abb.9). Die teilweise gekritzten und kantigen Gerölle weisen auf Sedimentation in Eisnähe hin. Reste einer Randmoräne sind am unteren östlichen Teil des Walles bei Spehnen in einer Baugrube für kürzere Zeit aufgeschlossen gewesen. Auffällig waren hier die vielen Findlinge mit Durchmessern bis zu 1,5 m (R 5532o / H 91o2o). Nach Norden wird das Vorkommen von Schmelzwasserschottern überdeckt, die zum Reicher Moos hin abflachen, Abb.1o.

Westlich Spehnen dehnt sich eine bis nach Waldburg reichende Fläche aus. Sie ist nach Süden geneigt. Obwohl in gleicher Höhe wie die Edensbacher Schwelle gelegen, trifft man hier keine Schmelzwassersedimente an. Der Bereich wird von Grundmoränenmaterial überdeckt, das in mehreren Baugruben am östlichen Ortsausgang von Waldburg,

Profil in Schmelzwasserschottern südl. Reckendürren.

Schüttungsrichtung: 155° NW
Neigungswinkel: 5°

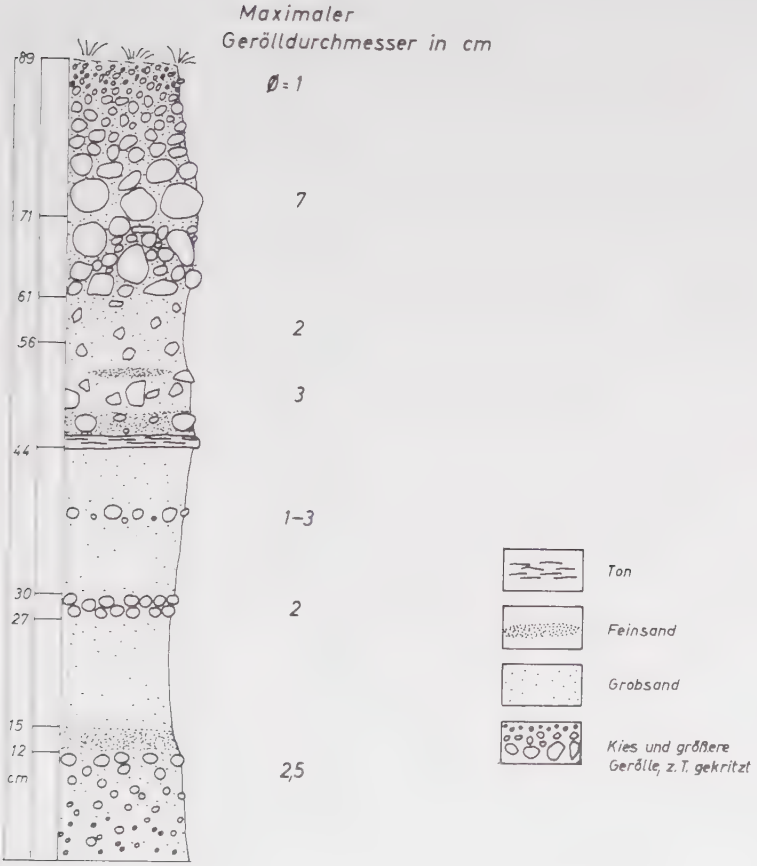
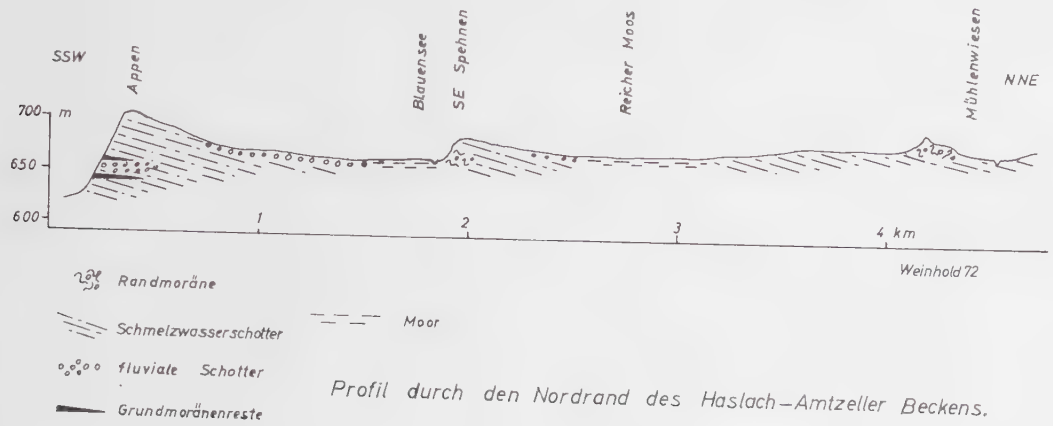


Abb. 9



Profil durch den Nordrand des Haslach–Amtzeller Beckens.

Abb. 10

in Ausschachtungen der neuen Siedlung bei Bohnried aufgeschlossen war.und bei Füßinger erbohrt wurde. Die einem älteren Eisvorstoß angehörende Grundmoräne kann in ihrer Fortsetzung nach Osten, also unter den Edensbacher Wall, mangels Aufschlüssen nur vermutet werden.

Der innere Wall des Haslach - Amtzeller Beckens stellt eine geomorphologische Einheit dar. Sein geologischer Aufbau ist jedoch kompliziert. Das Gebiet Bodnegg - Dürrnast bildet eine randlich von unruhigen Geländeformen eingefaßte Terrasse. Sie trennt das Haslach - Amtzeller Bekken von einer kleineren Vertiefung bei Grünkraut und Obersulgen im Westen. Der Bodnegger Vorsprung besteht hauptsächlich aus Schmelzwassersedimenten wie sie in einer verfallenen Kiesgrube am südlichen Abhang bei Mohrhaus aufgeschlossen sind (R 5294o/H 8552o). Randmoränenmaterial kam in Baugruben unterhalb der Bodnegger Kirche zutage und steht am nördlichen Ortsausgang an (alte Kiesgrube, R 5194o/ H 863oo). Weitere Vorkommen befinden sich in der Kuppe im Mangenhölzle nördlich Hecht und bei Laubern. Dort ist eine Stauchmoräne in der neu eröffneten Kiesgrube prächtig im Querschnitt erschlossen worden (R 5181o/ H 8759o).

Im Zuge eines von Kofeld bis Rotheid geführten ca. 3 m tiefen Rohrgrabens war das Profil der Terrassenfläche um Kofeld zu sehen. Gut gerundete Gerölle mit teilweise über 2o cm Durchmesser waren in sandiger Matrix eingebettet und nicht gekritzt. Die über die gesamte Grabenlänge verteilten Einregelungsmessungen ergaben Schüttungsrichtungen nach Südosten, im Hangenden manchmal nach Südwesten und Nordwesten pendelnd. Die Schotter wurden von Schmelzwasser abgelagert, das von Osten her peripher das Eis im Haslach - Amtzeller Becken umfloß. und hier in Richtung Zundelbachtal und Bodnegg abzweigte. Später, bei niedrigerer Lage des Eisrandes, änderte sich die Fließrichtung in manchen Bereichen nach Osten und in das Becken hinein.

Daß die Fließrichtung des peripheren Schmelzwassers allgemein Ost-West gerichtet war, beweisen die Lagerungs-

verhältnisse in der großen Kiesgrube östlich Amberg (R 57600/H 89600). Horizontal geschichtete Kiese am nördlichen Eingang der Kiesgrube wurden ihrer Dachziegellagerung nach westwärts geschüttet. Verfolgt man die Aufschlußwand weiter nach Süden, so treten größere und mehr kantige Gerölle auf, dünne Mergel- und Schluffbänder schalten sich ein, die Schüttungsrichtung schwenkt nach Norden um.

Obwohl die Kiesgrube mit ihrer südlichen Wand eine der höchsten Erhebungen des Beckenrandes (710 m) freilegt, sind nirgends Randmoränensedimente aufgeschlossen. Es fehlen sogar Stauchungen als Folge einer direkten Eisberührung. Auffällig sind drei Grundmoränenreste im Südosten des Aufschlusses. Sie erreichen eine Mächtigkeit von 1 bis 1,5 Meter und keilen auf einer Länge von 30 bis 40 Metern gleichmäßig dünner werdend aus. Sie repräsentieren dreimaliges Vorrücken des Eises, wobei während der Abtauzeiten das Schmelzwasser Kiese einschwemmte. In der westlichen Kiesgrubenwand hingegen wurde nur Kies abgelagert. Dieser Unterschied läßt zwei Schlüsse zu:

1. Der Aufschluß befindet sich im Bereich der Gletscherstirn, so dass das Eis nicht bis zur Westseite der Kiesgrube vorrückte (das wäre dreimal der Fall gewesen!).
2. Der Gletscher drang mehrmals vor und das Schmelzwasser beseitigte die Grundmoränen bis auf die Reste im Osten.

Für die zweite Annahme spricht die gleichbleibende Größe der Kiesgerölle über und unter den Grundmoränenbändern. Wären die Ablagerungen der Gletscheroszillationen komplett erhalten geblieben, so müßte man hier dreimal den glazialen Sedimentzyklus (Vorstoßschotter, Grundmoräne, Schmelzwasserschotter usw.) vorfinden. Da der Erosion ein großer Teil der Ablagerungen zum Opfer fiel, kann man mit noch mehr Eisbewegungen rechnen, deren Sedimente nicht

mehr erhalten blieben. Im Profil Abb.1o sind die Verhältnisse schematisch wiedergegeben. Aus dem Haslach - Amtzeller Becken steigt das Gelände steil bis auf über 7oo m NN an und neigt sich dann sanft nach Norden in die moorige Ebene von Blauensee. Der Wall ist aufgebaut aus Schmelzwasserschottern, die radial aus dem Beckenbereich nach außen geschüttet wurden. So enthält ein Schurf am Weg östlich Maiertal (R 54o2o/ H 89o5o) in nordwestliche Richtung abgelagerte Schotter. Zwei weitere Wegaufschlüsse südlich Appen (R 5483o/ H 8944o, R 5484o/H 8958o) führen mit größeren Blöcken durchsetzte Schotter und untergeordnetesandreiche Kieslinsen, die nach Norden einfallen. Weiter nach Osten schalten sich in die groben Schotter gut gerundete Kiese und Grundmoränenbänder ein - Zeichen von Oszillationen des Eisrandes.

Die vom Eis wegstrebenden Schmelzwasserbäche hinterließen auf der Außenseite der Schotterwälle geringmächtige Kiesschleier, die sich mit den Absätzen der peripheren Flüsse in flachen Niederungen kreuzten und verzahnten. Ähnlich wiederholte sich dies auf der Edensbacher Schwelle.

Beim Vergleich der beiden Entwässerungssysteme wird deutlich, dass die radialen Rinnen an Häufigkeit zwar überwiegen, die Reliefenergie aber wesentlich geringer war als in den peripher verlaufenden Tälern.

Hinweise auf Seebildung liefern zwei kleinere Vorkommen von deltageschichtetem Sand und Kies östlich Abraham (R 5785o/H 9o51o, R 5798o/H 9o64o). Die Schüttung erfolgte nach Südosten in Richtung des Siggenhauser Weihers, vermutlich durch peripheres Schmelzwasser oder Vorlandbäche. Leider liegen die Ablagerungen in der Kiesebene isoliert und wurden durch fluviale Kiese aus Südwesten eingedeckt (alte Kiesgrube nördlich Abraham, R 5748o/H 9o72o).

Der westliche Beckenrand zwischen Kofeld und Bodnegg wird von zahlreichen Eisrandschwemmkegeln und Hügeln aus Kamesmaterial gesäumt. Sand mit dünnen Kieslagen und vereinzelten Tonbändchen baut den Eisrandschwemmkegel an der Bundesstraße 32 bei Dürrnast auf (R 5272o/ H 8835o). Der

fast horizontalen Lage der Schichten zufolge handelt es sich um den tiefsten Teil eines Schwemmkegels, dessen oberer Abschnitt erodiert wurde, oder aber die Materialanlieferung erfolgte aus geringer Höhe der Gletscherspalten, so dass sich nur ein ganz flacher Schwemmfächer ausbreitete.

Von diesem Punkt aus weiter östlich am Beckenrand liegt ein ovaler Talkessel mit beckenwärts etwas überhöhter Offnung. Von der Schotterebene her senkt sich ein gewundenes Tälchen mit deutlichen Prall- und Gleithängen in die Wanne ein. Das von Osten die Eiszunge umrundende Schmelzwasser drängte in diesem Teil des Beckenrandes nach Süden und floß schließlich, als das abtauende Eis Raum freigab, in das Becken hinein, wo es dann zwischen Eis und Beckenrand seinen Weg fortsetzte. Dabei kam es zu Auskolkungen des Beckenrandes an vielen Stellen. Die nach Südosten in das Becken einmündenden Täler südöstlich Kofeld zeigen den Wassereinlauf in das Becken an.

Auskolkungen in kleinerem Ausmaß befinden sich noch bei Hannober im Mündungsbereich der bei Hecker und Wiedmannsbronn den Beckenrand zertalenden Rinne. (Hier ist eine Beteiligung von Toteis nicht ausgeschlossen).

Auf der Linie Kammersteig - Eggenberg endet die Kofelder Kiesfläche. Von dort bis zu den großen Vorsprüngen von Bodnegg und Alberberg wird die Landschaft aus eisnahen Schmelzwasserschottern aufgebaut. Lediglich nördlich von Alberberg befindet sich noch eine kleine Kiesterrasse mit geringer und wechselnder Mächtigkeit. Alte Schürfe in den vereinzelten Erhebungen bei Lempen, Luß und Kammersteig enthalten kantige, schluffarme Schotter mit wechselndem Gehalt an gekritzten Gesteinen (R 5393o/ H 8712o, Schüttung nach Nordwesten; R 5331o/H 8766o, Schüttung nach Südost). Ein Schurf in der Kuppe bei Kammersteig erbrachte ähnliches Material (R 5381o/H 8774o). Mehr oder weniger deutlich ausgebildete Erosionskanten an den Hängen der ovalen 'drumlinähnlichen' Hügel weisen darauf hin, daß es sich um Reste erodierter Schotterterrassen handelt.

Der Aufbau des Spornes von Alberberg ist aus der großen Kiesgrube bei Korb ersichtlich (R 5477o/H 8652o). Auf ca. 5o m Länge sieht man schräg geschichtete, lang durchziehende schluffreiche Schotterlagen, die mit Sand und Feinkiesbänkchen wechseln. Im nördlichen Teil des Aufschlusses wird die gleichförmige, südlich geneigte Schichtung durch querlaufende Schotter- und Sandpartien überlagert. Darunter zieht sich auf der Höhe des Weges eine ca. 3 Meter mächtige Schicht mit moränenartigem, schluffreichem Material entlang. Die in ihr enthaltenen Findlinge und Gerölle sind nicht eingeregelt, berühren sich aber gegenseitig, was auf Auswaschung durch Wasser hinweist. Es liegt hier Randmoränenschutt verzahnt mit Schottern vor. Den ca. 8 bis 1o Meter tiefer liegenden Südteil des Aufschlusses nehmen schlecht sortierte Grobkiesbänke und Blocklagen mit erhöhtem Sandgehalt ein. Vor allem an der Basis häufen sich zu Nagelfluh verbackene Partien.

Der nach Osten, also beckenwärts, geneigten Schichtung zufolge wurden die Sedimente an der Innenseite des Beckens von südwärts abfließenden Schmelzwässern abgelagert, wobei gleichzeitig die das Eis umgebenden Randmoränenzüge ausgeräumt wurden.

Der östliche Teil der Gletscherzunge im Haslach - Amtzeller Becken lieferte das Wasser, welches sich in die westliche Beckeneinfassung eingrub und dazu beitrug, daß während des Abschmelzprozesses die Erosion gerade im Westteil des Bekkens vorangetrieben wurde. Der Ostflügel war auf Grund seiner höheren Lage bereits zu einer Zeit eisfrei, als sich das Schmelzwasser noch um den im Westen befindlichen Zungenrest des Gletschers sammelte. Zu der Zeit schwenkte das Entwässerungssystem im Raum der peripheren Schotterterrassen von Hannober und Edensbach nach Osten um und speiste den heute diagonal den östlichen Beckenteil durchziehenden Eggenbach.

Während der westliche Beckenrand vom Schmelzwasser stark erodiert wurde, blieben auf der anderen Seite noch größere Bereiche mit Moränenmaterial erhalten: südlich Eggenreute, bei Felbers, Töbele und Niemandsfreund. Zum Becken hin wer-

Querprofile durch das Haslach–Amtzeller Becken.

Abb. 11

Maßstab 1: 25 000

♂ Wasseraustritt

● Brunnen

Abb. 12

Schematische Übersicht über die Eisrandlagen im Haslach–Amtzeller Becken

Weinhold 72

Abb. 13

den sie von Schotterterrassen abgelöst. (Vgl. Profile, Abb.11.).

Die Karte in Abb. 12 zeigt die Isohypsen der Quellaustritte im Haslach-Amtzeller Becken. Da die Schichtlinien lediglich die geomorphologischen Gegebenheiten des Geländes widerspiegeln, gibt es keine bevorzugten Quellhorizonte. Wasserstauende Schichten, wie Grundmoränen, die in den Beckenwänden ältere Eisvorstöße andeuten könnten, fehlen.

Im gesamten Bereich des Beckens gibt es keine Tertiäraufschlüsse. Ähnlich wie beim Altdorfer Rücken ist zu vermuten, daß das Tertiärrelief in etwa der heutigen Morphologie gleicht.

Als Tiefstes im Becken ist in den Taleinschnitten des Eggenbach und der Rohne Grundmoräne erschlossen. Sie lagert aller Voraussicht nach direkt auf der Molasse (Abb.11). Die stark versumpften Gebiete des nördlichen Beckenteiles liefern den Hinweis dafür, daß in nicht allzu großer Tiefe auch dort wasserstauende Grundmoräne vorhanden sein dürfte. Die aus dem moorigen Gelände herausragenden Hügel enthalten eisrandnahe Schotter mit unterschiedlicher Schüttungsrichtung. Ihre bisweilen lineare Anordnung und gestufte Höhenabnahme rechtfertigen den Versuch, einzelne Eisrandlagen innerhalb des Beckens zu rekonstruieren, Abb.13.

Der das Becken teilende Höhenzug, verlaufend von Amtzell bis Maderhof ist eine würmeiszeitliche Bildung zwischen zwei Eisloben, bestehend aus Schmelzwasserschottern. Ursprünglich mag sie mit einer im Beckenrand auseinanderstrebenden Gabelmoräne bedeckt gewesen sein, die später von Schmelzwässern abgetragen wurde.

> In bescheidenem Ausmaß lag also die gleiche Situation wie beim Altdorfer Rücken vor. Da hier aber weit weniger Schmelzwasser anfiel als dort, kam es zu keiner ausgedehnten Terrassenbildung, sondern allenfalls zur Entstehung kleiner Erosionskanten wie bei Amtzell, Danner und Maderhof.

Während im Westflügel das Eis gleichmäßig abschmolz und bis zuletzt kaum Gelände freigab, wich der Eisrand im Osten rascher zurück. Der Schotterwall auf der Linie Beikers -

Luppmanns mit 650 m NN wurde durch Schmelzwasser abgelagert (alte Kiesgrube R 57230/H 88020, Schüttungsrichtung nach Südosten). Am östlichen Beckenrand durchschnitt das Schmelzwasser, nach Süden strömend, die Randmoränenwälle bei Lehen und Ruhmaier und drängte dem Beckentiefsten entgegen. Die steile Neigung der Schotterschichten von 25 Grad in der kleinen Kiesgrube bei Hochrain (R 57650/H 86240) und die Schüttung nach Westsüdwest zeigt, daß das Schmelzwasser mitunter beträchtliches Gefälle überwand. Extreme Neigung der Schichten bis zu 27 Grad gibt es in der kleinen Kiesgrube bei Schlößle (R 55790/H 86010). Die Nordnordost weisende Schüttung erfolgte hier entlang der östlichen Eiszunge bei relativ niedriger Eisrandlage; denn sonst müßte sie nach Nordwesten gerichtet sein.

Außerhalb des Schuttwalles sammelte sich das Wasser zeitweilig in flachen, kleinen Seen - im Bereich der Niederungen bei Stockweiher südöstlich Maderhof und westlich Maierhof, wo unter anderem Beckentone abgelagert wurden.

Die nächste deutliche Eisrandlage (s.Abb.13) erstreckt sich über Niggel, Danner und Mösle in durchschnittlich 610 bis 620 m Höhe. Die östliche Eiszunge war jetzt schon stark zusammengeschrumpft, sie reichte nur noch bis südlich Danner.

Die dritte und letzte erkennbare Begrenzung des Eises (s.Abb.13) reichte von Kugelhäusle über Spießberg bis Altböse mit der Höhenlage 550 m. Gegenüber den anderen ist dieser Schotterwall sehr niedrig und nur durch einzelne Hügel vertreten.

Das gegabelte kleine Zungenbecken westlich Alberberg läßt ähnlich wie im Hauptbecken mehrere Eisrandlagen erkennen. In 620 m Höhe liegt eine das Tal durchquerende Terrasse bei Altergaten (entsprechend der Eisrandlage Mösle-Niggel) und eine schwach ausgebildete Stufe bei Baltersberg auf 560 m. Sie knüpft bei Weihers an die Randlage von Spießberg an. Der Bereich Weihers - Unterbühel war von stärkerer Erosion durch den Alberberger Vorsprung geschützt. Da-

her blieben hier noch Reste des ehemaligen Randmoränenwalles erhalten, Abb.14.

Abb.14 Quergeschnittener Randmoränenwall bei Weihers (R 5462o/H 8476o). Stauchmoräne (links) mit zum Vorland hin geschüttetem Fächer aus Schmelzwasserschottern. Blickrichtung nach N. Foto Weinhold 197o.

Ein weiterer Teil des Walles ist noch bei Spießberg in einer über 2o Meter hohen Kiesgrube aufgeschlossen. Im Gegensatz zur Kiesgrube von Weihers scheint hier die Randmoräne nicht zu existieren, denn es stehen eisrandnahe Schotter an. Sie sind reich an Findlingen und wurden nach Nordosten geschüttet (R 5464o/H 8478o) Abb.15

Abb.15
Eisrandnahe Schotter im Nordteil der Kiesgrube bei Spießberg. Länge des Meßstabes = 2 m).
Foto: Weinhold 197o.

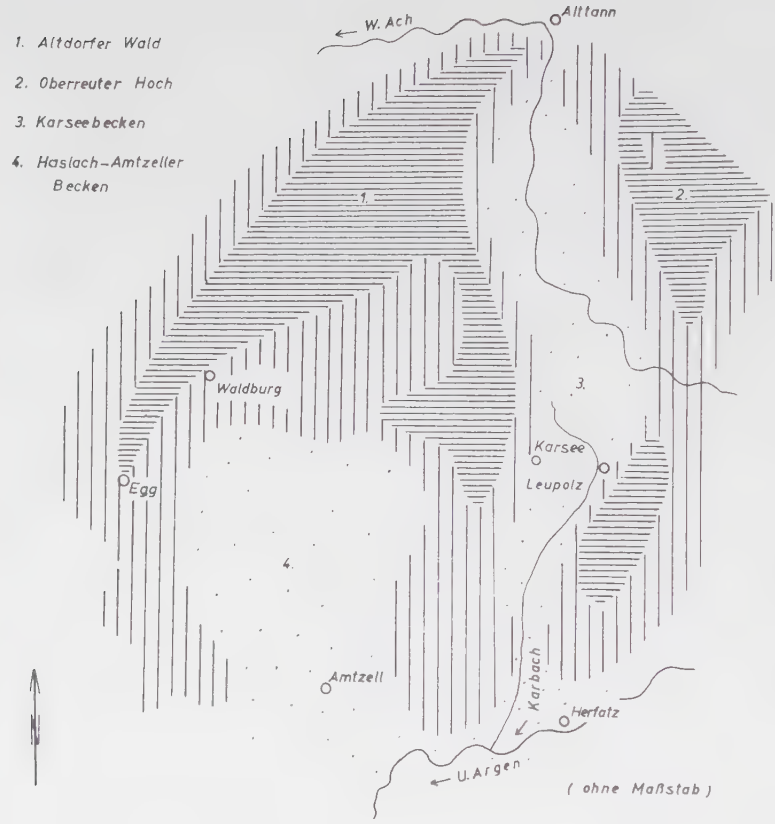
Zusammenfassung:

Das Haslach - Amtzeller Becken wird von Hügelketten gesäumt, die größtenteils aus Schmelzwasserschottern bestehen. Das Schmelzwasser umfloß das Becken in westlicher Richtung und drang dem abtauenden Eis folgend auf der Westseite in das Becken ein. Dabei wurden die das Eis umgebenden Randmoränen ausgeräumt. Die Erosion überwog im westlichen Beckenteil. Der Ostteil enthält in seinen Randbereichen noch Moränenreste und war auf Grund seiner höheren Lage zuerst eisfrei. Bei der Rekonstruktion der Eisrandlagen innerhalb des Beckens ergeben sich Parallelen zum Altdorfer Rücken.

7. Das Tertiärrelief im Südteil des Karseebeckens.
(Topographische Karte 1:25ooo, Nr.8224).

Die östliche Begrenzung des Haslach - Amtzeller Beckens fällt mit dem Westrand des Karseebeckens zusammen, einer langgezogenen erosiven Rinne quartären Alters in tertiären Sedimenten. Aus der von GERMAN, LOHR, WITTMANN & BROSSE (1967) veröffentlichten Karte der Tertiär-Quartär-Schichtengrenze im mittleren Oberschwaben geht hervor, daß die Karseerinne im Untergrund über eine Schwellenregion bei Alttann mit dem Wurzacher Becken in Verbindung steht. Durch die vorliegenden Untersuchungen kann die Karte von GERMAN et al. (1967) nach Süden erweitert werden (Abb.16). Die Karseerinne schwenkt in Höhe Karsee - Leupolz nach Südsüdwest bis Süd um, wobei sie sich stetig einengt. Bei Herfatz ist die Einschnürung am stärksten, die Tertiärflanken nähern sich bis auf knapp 1 Kilometer. Über den weiteren Verlauf der Rinne südlich Herfatz lassen sich mit Hilfe der Oberflächenkartierung keine Aussagen machen, denn jenseits der Unteren Argen beginnt die Wangener Schotterfläche, in der keine tertiären Sedimente mehr aufgeschlossen sind.

Sedimente der Oberen Süßwassermolasse wurden auf der Ostseite des Karbachtales in Tobeln zwischen Leupolzwiddum und Reutstock gefunden. Im Steinberger Tobel stehen sie bis auf 63o m NN an (R 6242o/H 8968o). Westlich vom Gehöft Stützenberg erreicht die Tertiärgrenze ihren höchsten Punkt mit 65o m und fällt bis auf 6oo m bei Reutstock. Dort verschwinden die Sedimente der OSM unter quartärer Bedeckung und treten erst wieder im Argental bei Herfatz in 56o m Höhe zutage. Flußaufwärts steigt die Tertiär-Quartärgrenze langsam wieder an. Diese Befunde fügen sich nahtlos an die Ergebnisse von GERMAN et al. (1967). Der vom Oberreuter Hoch östlich Leupolz vorüberziehende Tertiärvorsprung dehnt sich bis zur Unteren Argen nach Herfatz aus (7oo m im Oberreuter Hoch, 56o m bei Herfatz).



Tertiäre Hohl- u. Vollformen zwischen Unterer Argen u. Wolfegger Ach.
(ergänzt nach GERMAN et al., 1967)

Abb. 16

Nördlich Leupolz mündet aus nordöstlicher Richtung kommend die Wolfegger Ach in die Karsee-Niederung ein. Der sanfte Anstieg der heutigen Landoberfläche läßt darauf schließen, daß in diesem Bereich die tertiäre Hohlform ausgeweitet ist und ihr Rand um ca. 1 Kilometer nach Osten zurückweicht.

Die Tertiär-Quartär-Schichtengrenze auf der westlichen Seite des Karbachtales liegt südwestlich Karsee auf 630 m Höhe (R 6007o/H 9018o). Bis auf 650 m läßt sie sich im Tobel nördlich Pfaffenweiler verfolgen (R 5958o/H 8798o) und fällt nach Süden wieder ab: 610 m bei Steinhaus (R 5955o/H 8611o), 570 m im Raume Hübschenberg - Pfärrich. Es konnte also auch auf dieser Talseite die Fortsetzung des Tertiäranstiegs nachgewiesen werden, den GERMAN et.al. (1967) von Alttann ausgehend dem Altdorfer Rücken zuschreiben. Er reicht mit einem Ausläufer bis zur Unteren Argen (vielleicht noch weiter) und mit dem anderen über Waldburg, Egg bis vermutlich Bodnegg.

Zusammenfassung:

Nach Süden zu rücken die tertiären Flanken des Karseebeckens mehr und mehr zusammen und nähern sich bei Herfatz bis auf knapp 1 Kilometer. Zu beiden Seiten des Beckens reichen die Molasserücken ausgehend vom Altdorfer Wald und dem Oberreuter Hoch bis an die Untere Argen heran.

8. Die Ablagerungen im Karseebecken.

Anhand der geomorphologischen und sedimentologischen Verhältnisse innerhalb des Karseebeckens können eine Reihe von Eisrandlagen festgestellt werden. Die Sedimente dieser Bildungen haben nach und nach die Tertiärrinne (s.S.37) aufgefüllt (Abb.17).

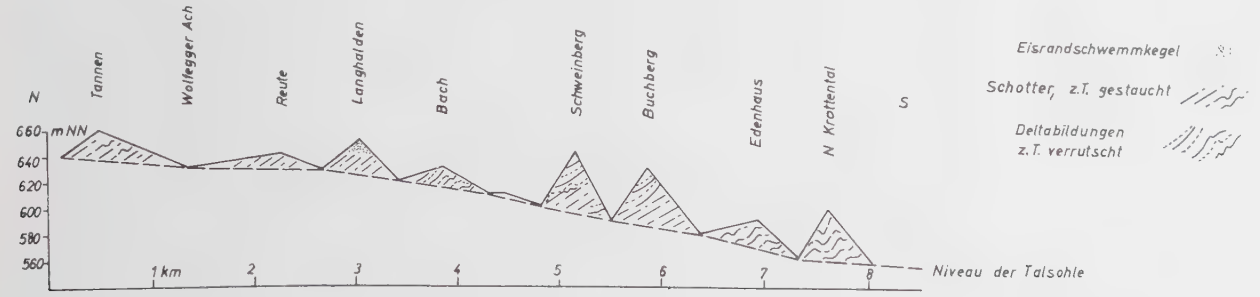
Im Norden versperrt ein von Ganszürnen über Spek bis Tannen und Frohnhof verlaufender Wall das Becken. Sein Anschluß nach Westen fiel der späteren Erosion zum Opfer, dürfte aber von Frohnhof bis Rötenbach mit dem Forster Ausläufer und dem Beckenrand bei Rohrmoos verbunden gewesen sein. (Seine Höhe, 65o - 66o m, stimmt ebenfalls mit dem Forster Vorsprung überein). Der ungefähr 3o m hohe Wall besteht, wie aus mehreren Kiesgruben ersichtlich, aus Schmelzwasserschottern, die zum Teil vom Eis gestaucht wurden. So beispielsweise bei Tannen, wo die Stauchung nordwärts gerichtet war. (R 6o5oo/H 9474o).

Am gegenüberliegenden Ufer der Wolfegger Ach ragt aus der Niederung bei Frohnhof eine Kuppe etwa 15 m hoch auf. Sie wird von Sedimenten der ehemaligen Eisrandschwemmkegel gebildet. Durch spätere Erosion ist sie zu einem Hügel umgeformt worden. Die einzelnen ineinander verschuppten Schwemmfächer sind sandreich und führen untergeordnet Kies. Die nach Norden weisende Schüttung zeigt, daß auch diese Bildungen Bestandteil des dem Eis vorgelagerten Schuttwalles waren und hier das Schmelzwasser nach Norden austrat. Die gleiche Stelle benutzte die Wolfegger Ach, um den Wall zu durchbrechen; denn hier war eine Entwässerungsrinne bereits vorgezeichnet. Ein weiteres Schmelzwassertor befand sich noch auf der anderen Seite bei Ganszürnen.

Vor dem Sedimentgürtel dieser Eisrandlage im Karbachtal liegt nördlich ein weiterer das Becken einschnürender Wall, den die Wolfegger Ach im Osten und Norden umfließt. Er ist am Nordrand von moorigen Niederungen eingefaßt und wird durch ein gestrecktes Torfbecken auf der Linie Becken - Hintermoos längsgeteilt. Der Wall nimmt den Bereich Kehlismoos,

Abb. 17

Schema der Eisrandlagen im Karseebecken.



Weinhold 72

Hintermoos, Reute, Furtmühle ein und ist mit 647 m Höhe etwas niedriger als die andere Schwelle. Der Mangel an Aufschlüssen erlaubt keine genauen, umfassenden Aussagen über den sedimentologischen Aufbau der Gegend. In der Hauptsache scheinen aber Schmelzwasserschotter in Eisrandnähe abgelagert worden zu sein, die - analog zur Kiesgrube von Tannen - teilweise gestaucht wurden. An manchen Stellen beobachtete Sandvorkommen zwischen Siggen und Hintermoos rühren von Eisrandschwemmkegeln her.

Daß sich beide Eisrandlagen so deutlich voneinander abheben und keine Bogenform haben, ist den erosiven spätglazialen Vorgängen zuzuschreiben, die GERMAN (1967) behandelt:

> Zu der Zeit als das Karseebecken noch mit Eis ausgefüllt war, existierte östlich davon ein größerer Stausee, welcher von den Schmelzwässern der Umgebung gespeist wurde. Die Karsee-Eiszunge bildete die westliche Abdämmung jenes sogenannten Kißlegger Stausees. Im Zuge des weiteren Abtauens erreichte der Eisrand ungefähr bei dem Haltepunkt Sommersried an der Bahnlinie Wangen-Kißlegg das Stadium, in dem die Eisbarriere im Westen abgeschmolzen war.
> "Zwischen den Höfen Bachmühle und Fischreute hindurch fanden die Wassermassen des ausfließenden Kißlegger Stausees einen neuen niedrigeren Auslauf. In verschiedenen Bögen durchströmten sie die Hohlformen der Landschaft und bildeten daraus das Achtal".

Der Ausfluß des Sees wäre somit östlich von Bayums über Furtmühle weiter zu verfolgen. GERMAN (1967) schätzt das Volumen des Kißlegger Stausees auf ca. 5o Millionen m^3. Abgesehen von der Entleerung des Sees hatte die Wolfegger Ach damals eine erheblich stärkere Wasserführung als heute, was auf das wesentlich größere Einzugsgebiet der Ach (aus dem Isnyer Raum) zurückzuführen ist. (Zu jener Zeit war die Argen noch mit der Wolfegger Ach identisch, wie an späterer Stelle noch erläutert wird). Rechnet man ferner noch das von den Rändern der Karsee-Eiszunge abfließende Schmelzwasser hinzu, so müssen durch das Gebiet zwischen Rötenbach

und Furtmühle riesige Wassermengen abgeführt worden sein. Daraus folgernd erhebt sich die Frage, weshalb dieses Gebiet nicht stärker ausgeräumt wurde? Selbst unter der wenig wahrscheinlichen Voraussetzung, daß die Wassermassen des Kißlegger Stausees nur allmählich abflossen, erscheint unlogisch, daß beispielsweise der Vorsprung Staig - Rötenbach den Fluß zu einem Umweg nach Norden zwingen konnte, zumal er nicht aus Molasse, sondern nur aus lockeren Quartärsedimenten besteht. Wieso blieb die Eisrandschwemmkegel-Kuppe bei Frohnhof unversehrt? Warum wurde der Wall von Spek nur verhältnismäßig wenig erodiert?

Es wäre denkbar, dass damals das Achtal um einige Zehner Meter tiefer ausgeräumt war und auf diese Weise ein ähnliches Landschaftsbild wie im heutigen Tal der Unteren Argen vor Wangen existierte. Später hätte die Karseeeiszunge die Rinne wieder mit Sedimenten aufgefüllt. Daraus würden aber wieder Schwierigkeiten mit dem Gefälle der Wolfegger Ach resultieren, die sich dann noch entsprechend tiefer in den Altdorfer Rücken hätte einschneiden müssen.

Eine andere Möglichkeit wäre, daß die Karsee-Eiszunge damals noch weiter nach Norden reichte, so daß über Furtmühle nur wenig Wasser randlich am Karseegletscher abfließen konnte und der eigentliche Seeabfluß und die nachfolgende Wolfegger Ach in mehreren weiter nördlich gelegenen Tälern verzweigt entwässerten. Damit würden sich die Wassermengen über ein größeres Gebiet verteilen und nicht allein auf den Rötenbacher Raum konzentriert sein.

Die nächste Eisrandlage ist belegt durch den Wall mit der Ausdehnung südlich Bietenweiler über Hub nach Mittelhub. Die durchschnittliche Höhe liegt bei 650 bis 660 Metern NN. Im Tannenwald bei Langhalden befinden sich mehrere heute noch geomorphologisch in Erscheinung tretende Eisrandschwemmkegel mit sandig-kiesiger Zusammensetzung.

Sie werden bei Bietenweiler von eisrandnahen, schlecht geschichteten Schottern abgelöst, die ihrer Beschaffenheit nach in unmittelbarem Kontakt zum Eis abgelagert wurden und deren Rest in einem kleinen Schurf aufgeschlossen ist. (R 6181o/H 9199o). Besser geschichtetes schluffreiches Material mit unterteilenden Kiesbändern findet man in der verfallenen Kiesgrube auf der Westseite des Walles bei Halden vor (R 6o83o/H 9221o). Im Bereich des westlich angrenzenden kleinen, tiefen Tälchens und der flachen Mulde zwischen Bietenweiler und Hub lagen früher wahrscheinlich Gletschertore.

Der Sedimentwall der vierten erkennbaren Eisrandlage reicht nicht höher als 63o - 64o m im Osten und fällt nach Westen auf 62o m. Er dämmt den Rohrweiher im Süden ab, reicht über den Hof Bach bis südlich Oberweiler, wo er durch den schräg auf Leupolz zulaufenden Bacheinschnitt von der Beckeneinfassung abgeteilt wird.

Diese Aufschüttung besteht zum großen Teil aus Seesedimenten, die subaquatisch in Form von Deltafächern vor dem Eis abgelagert wurden. Schlechte Sortierung innerhalb der Schichten und hoher Schluffgehalt weisen auf die unmittelbare Nähe des Gletschers hin. Da in erster Linie Sand und Kies mit geringer Standfestigkeit den Aufbau der Deltas bestimmen, kam es in den von Wasser durchtränkten Sedimentkörpern laufend zu Rutschungen, wie sie in dem kleinen Schurf bei Bach aufgeschlossen sind. (R 6145o/H 9133o). Die primäre Schüttungsrichtung weist nach Osten.

Durch die geringe Entfernung des älteren Walles von Bietenweiler bedingt, konnte der See keine allzu große Ausdehnung erreichen. Weitere Deltabildungen, durch Schürfe entlang der Straße Bach - Mittelhub belegt, lassen annehmen, daß der See durch eingeschwemmtes Material immer mehr an Tiefe verlor und schließlich bis auf die Mulde des Rohrweihers verlandete.

Die Mächtigkeit der Deltasedimente in der Nähe beträgt nicht mehr als 2o Meter. Im Schnellenbecken südwestlich von Bach förderten Ausschachtungen zur Drainage Grunmoränenmaterial zutage, das sich unter den Deltas fortsetzt.

Von Leupolz aus ist eine bogenförmig nach Norden ausladende Schotterterrasse bis hinüber nach Karsee zu erkennen. Da sie nur 61o m hoch liegt, entstand sie zu einer Zeit, als der See nicht mehr existierte.

Die fünfte Eisrandlage umfaßt das hügelige Hochgebiet des Schweinbergs südlich der Linie Karsee-Leupolz. Es stellt zugleich die letzte gut erhaltene Sedimentschwelle im Karseebecken dar. Aufgebaut wird sie zum überwiegenden Teil von Deltasedimenten.

Der Stausee überflutete die älteren Deltaablagerungen der vorherigen Eisrandlage und reichte wie früher bis zum Bietenweiler Rücken.

Der Wasserspiegel befand sich auf ca. 63o m Höhe, den Übergußschichten in einer bei dem Gehöft Schweinberg neu eröffneten Kiesgrube entsprechend (R 61160/H 90060). Der See entwässerte nach Norden zur Wolfegger Ach über Mittelhub nach Hintermoos. Das Südufer des Sees bestand nur zum Teil aus einem Sedimentdamm. An bestimmten Stellen, bei Leupolzmühle und südlich von Karsee, stieß das Wasser direkt an das Eis. Als das Eis schmolz, brach das Wasser zuerst unmittelbar am östlichen Beckenrand nach Süden durch (Leupolzbauhof), Abb,18. Dadurch hörte die Entwässerung nach Norden auf. Bei Leupolzbauhof bildet die kegelige Erhebung 'Schlößle' den Anschluß des Schweinberg-Walles an den Beckenrand. Auf der östlichen Talseite schließt ebenfalls ein Geländevorsprung in gleicher Höhe ab. Der Abfluß bei Leupolzbauhof blieb solange in Funktion, wie das Eis im Bereich von Leupolzmühle den See absperrte. Der Seespiegel sank bis auf 61o m ab. Dasselbe geschah auch auf der anderen Seite des Beckens, wo eine Terrasse in 61o m Höhe angefügt ist. Zweifellos war der Abfluß dort nicht sehr tiefenwirksam; denn das Wasser vermochte nicht die das Tertiär überlagernde Grundmoränendecke zu erodieren. Beide Abflüsse vereinigten sich hinter dem Schweinberg und stauten sich vor dem Eis. Die Wasserspiegelhöhe von 61o Metern ist insofern noch interessant, als bei diesem Stand die Teilung des Sees in einen Zweig bei Karsee und einen etwas größeren auf der Leupolzer Seite erfolgte. (Der Mitteldamm reichte vom Schweinberg bis Schnellenbecken). Überdies tauchten im Leupolzer See die Delta-Hügel der Erosionsterrasse des vorherigen Eis-

Stauseebildungen im Karseebecken.

Abb. 18

standes von Leupolz, Bach etc. als kleine Inseln auf.

Die Freigabe der Rinne bei Leupolzmühle durch das abtauende Eis führte zur endgültigen Verlandung des Sees. Auf welchem Weg das Seewasser schließlich das Karseebecken verließ, läßt sich nur vermuten. Es floß am Westrand der Eiszunge entlang und drang auf der Höhe von Obermatzen in das Haslach-Amtzeller Becken ein.

Die sedimentologische Beschaffenheit des Schweinberg äußert sich in groß angelegten Deltafächern, die teils in ungestörter Lagerung auftreten, teils sekundär verrutscht sind (Abb.19). Eine auf der höchsten Stelle des Schweinberg angelegte Kiesgrube enthält eine Folge von 30 Grad geneigten, nach Westen einfallenden sandig-kiesigen Schichten. Die Gerölle sind kantig und nicht besonders gut sortiert. Zum Liegenden hin verflacht der Einfallswinkel und geht an manchen Stellen in söhlige Lagerung über. Gleichzeitig nimmt der Sandgehalt zu. Im Laufe der Sedimentation wurde der Wasserspiegel mehrfach erreicht und überschritten, so daß öfter Übergußschichten in verschiedenen Höhen sedimentiert wurden. Der endgültige Abschluß wurde

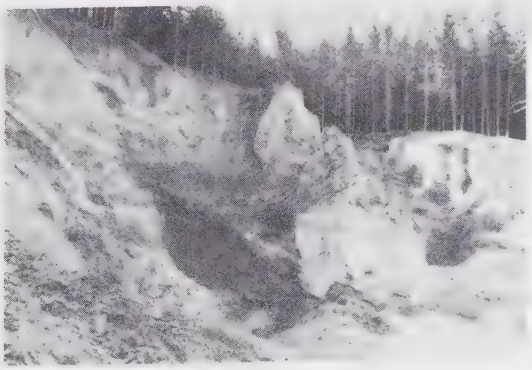


Abb.19 Kiesgrube bei Karsee mit zum Teil verrutschten Deltaschichten (R 6077o/H 9o3oo). Blickrichtung nach S. Foto: Weinhold 1971.

ungefähr 3 bis 4 m unter dem heutigen Gipfel des Schweinberg erreicht. Überguß- und Deltaschichten sind am Kontakt

nur durch diskordante Lagerung voneinander zu unterscheiden (Abb.2o). Erst 2o bis 3o cm darüber wechselt die Zusammensetzung von kiesiger zu sandiger Beschaffenheit.

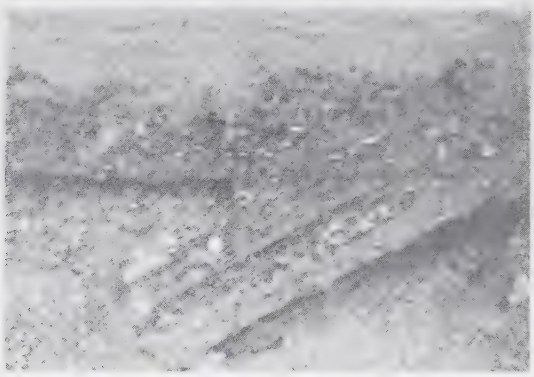


Abb. 2o Deltaschüttung mit Übergußschichtung. Kiesgrube auf dem Schweinberg bei Karsee. Foto: Weinhold 197o.

Der 63o m hohe Buchberg kennzeichnet die nächste Eisrandlage. Zwei alte zugewachsene Kiesgruben an der Ostseite enthalten gekritzte Schotter. An der Nordflanke des Buchbergs trat in Schürfen Sand und Kies zutage. Die über 2o Grad geneigten Schichten deuten auf erneute Deltabildung hin. Wahrscheinlich entstand ein kleiner Stausee in der Niederung von Englisweiler. Beim Rückzug des Eisrandes floß das Wasser nach Süden durch die Talungen östlich und westlich des Buchbergs ab.

Daß die Schmelzwassersedimente im Südteil des Karseebeckens auf der westlichen Talhälfte bevorzugt erhalten blieben, hat folgende Ursache: Die Eiszunge der Larbachrinne lag exzentrisch dicht am östlichen Beckenrand, während auf der Westseite das Schmelzwasser abfloß und Schotter ablagerte (Abb.21). Die östliche Talseite wurde bis auf den tertiären Untergrund abgetragen, während der westliche Abfall noch von Grundmoränen mit durchschnittlicher Mächtigkeit von 6 bis 8 m und Schottern ausgekleidet ist. Hierzu gehören auch die Schwemmkegelbildungen bei Englisweiler (R 6o33o/ H 8958o) und südlich der Straße Oberhof-Rutzenweiler. Den Schotterkörpern steht auf der anderen Seite nur der kleine Vorsprung unterhalb der Straße Leupolz-

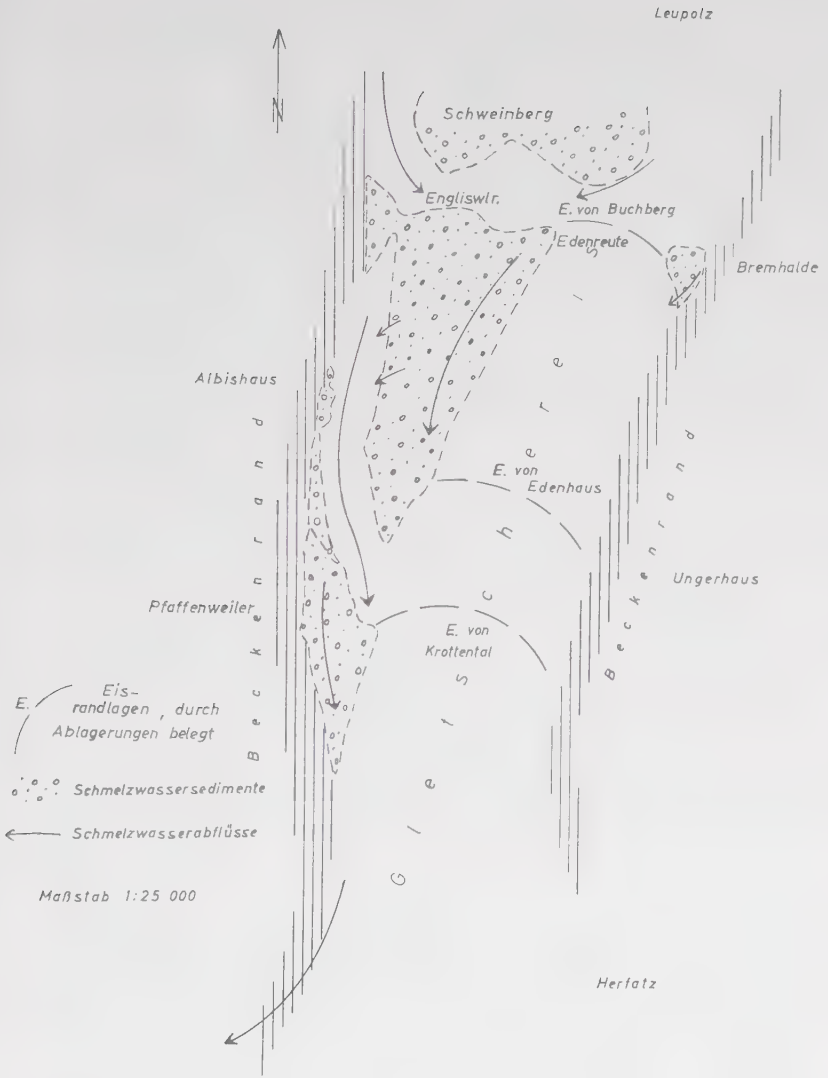


Abb. 21

Die Verhältnisse im südlichen Karseebecken.

Herfatz bei der Bremhalde gegenüber. Er ist beckenwärts mit Erosionskanten umgeben und besteht aus kiesig-sandigen, zum Teil schluffigen Sedimenten. Möglicherweise ist in dieser Kuppe der östliche Abschnitt eines inzwischen erodierten Sedimentwalles zu sehen, der die Eiszunge vom Buchberg über Edenreute umsäumte.

Später reichte der Eisrand bis Edenhaus, wo es zur Aufschüttung von groben Schottern und sandreichen Eisrandschwemmkegeln kam. In der kleinen Kiesgrube südwestlich Edenhaus wurden schluffige, eisrandnahe Schotter nach Nordwesten gestaucht (R 6o3oo/H 8816o). Sie sind überdeckt von horizontalen Sandfächern mit eingeschalteten dünnen Kieshorizonten und -linsen, die etwa 3o m weiter nördlich abgebaut wurden.

Von Oberhof aus erstreckt sich zwischen dem westlichen Talhang des Karseebeckens und den Sedimenten der Eisrandlagen von Buchberg und Edenhaus ein Tal, das bei Pfaffenweiler in die Karbachniederung einmündet. Es handelt sich hierbei um die Schmelzwasserrinne einer älteren, höheren Eisrandlage (Schweinberg ?), die von jüngeren Schmelzwasserbächen weiter vertieft wurde.

Als die Eiszunge nur noch bis 3oo Meter nördlich Krottental reichte, sammelten sich an ihrer Westseite grobe, sandige Kiese an. Durch letzte erkennbare Eisbewegungen wurden sie in Westrichtung gestaucht. Nachträglich erfolgte die Verkittung zu Nagelfluhbänken, die in der alten Kiesgrube an der Straße Pfaffenweiler - Krottental zu sehen sind. (R 6oo4o/H 873oo).

Zusammenfassung:

An einer Anzahl von Sedimentwällen und Hügeln lassen sich Eisrandlagen der abschmelzenden Karsee-Eiszunge feststellen. Während anfangs das Schmelzwasser noch nach Norden abfloß, schwenkte später die Entwässerung nach Süden um. Zeitweise wurde das Schmelzwasser zu Seen aufgestaut (im Raume Karsee-Leupolz), wobei der Gesteinsschutt in Form von Deltafächern vor dem Eis abgelagert wurde. Im Südteil des Karsebeckens wurden Schmelzwasserschotter und -kiese vor allem am westlichen Beckenrand abgelagert. Sie wurden nicht selten später wieder gestaucht.

9. Der östliche Rand des Schussentales zwischen Ravensburg und Tettnang.

(Topographische Karten 1 : 25ooo, Nr.8223, Nr.8323)

Die östliche Einfassung des Schussentales wird weiträumig von Schmelzwassersedimenten überdeckt, die in unterschiedlichen Entfernung zum Eis abgelagert wurden. Schluffige, eisrandnahe Schotter enthält die kleine Kiesgrube nördlich Fenken (R 4942o/H 9378o). Einen weiteren Transportweg haben die gut sortierten und gerundeten sandigen Kiese der alten Kiesgrube nordöstlich Gornhofen zurückgelegt (R 4784o/H 8777o).

Die unter den Schmelzwassersedimenten befindliche Grundmoräne tritt zwischen Ravensburg und Oberhofen oberhalb der Bundesstraße 3o zutage. Sie konnte in den schmalen Tobeln des Schussentalrandes bis hinauf nach Fidazhofen verfolgt werden (R 46o9o/H 9o85o).

Die Täler der Scherzach und des Flattbachs stellen zwei bevorzugte Schmelzwasserrinnen dar. Nordwestlich von Schlier wurden auf der östlichen Talseite der Scherzach grobe Schotter abgelagert. Weiter abwärts wurden die Molasseschichten auf der gleichen Flanke im Waldgebiet Haslach bloßgelegt und mit grobkiesigen Schotterkörpern aufgefüllt. Soweit sichtbar haben die Flußschotter keine scharfe Abgrenzung zu den eisrandnahen Schottern im Hangenden - z.B. durch eine Grundmoräne - (R 4889o/H 9469o). Erst ungefähr 2 Kilometer vor Weingarten schaltet sich zwischen Molasse und eisrandnahen Schottern die im Oberlauf fehlende (erodierte ?) Grundmoräne ein.

Als der Eisrand nicht mehr so weit nach Norden reichte, nahm die Rinne des Flattbachs die Schmelzwässer auf. Anfangs strömten sie durch das heute trocken liegende Tal südwestlich Liebenhofen entlang der Kögelhalde nach Norden, bogen im Hirschtal nach Westen ab und mündeten bei Kemmerlang in das eigentliche Tal des Flattbachs ein. Hier staute sich das Wasser am Eisrand zu einem See auf. Am Ausgang des Hirschtales entstand ein Schüttungsfächer aus Kies und Sand in Deltaschichtung. Die neue Kiesgrube an

der Kehre der Straße Grünkraut-Kemmerlang enthält in ihrem Nordteil deltageschichtete Ablagerungen mit nordwestlicher Transportrichtung und einem Neigungswinkel der Schichten von 23 Grad (R 4746o/ H 8966o). Das Delta reicht nach Süden bis an den Nordrand des Hirschtales, wo es in einer weiteren Kiesgrube noch einmal zu sehen ist (R 4725o/H 8916o). Die Schüttungsrichtung bleibt unverändert, der Einfallswinkel beträgt 3o Grad. Die Sedimentation fand hier wie dort in Eisrandnähe statt; denn in beiden Kiesgruben verzahnen sich die Deltaschichten mit schluffigem eisrandnahem Schutt, der verschiedentlich gestaucht wurde.

Im Verlaufe des weiteren Eisschmelzens trennte sich der Flattbach vom Gletscherrand und schwenkte, sich entlang des Langholz-Hanges eingrabend, über Knollengraben auf das Schussental nach Nordwesten ein.

Die zwischen Knollengraben und Ravensburg in der Ostseite des Tales auftretenden Kiese sind durch mehrere Kiesgruben angeschnitten. Bezüglich ihres Alters wurden sie von FRAAS (1883) und WAGNER (1911) auf Grund ihrer Lage unter Grundmoräne und auftretender Nagelfluh in das Würm I/Würm II-Interglazial gestellt. MÜNST, SCHMIDT (1931) sahen sie als interstadiale Bildungen an.

Der inzwischen fortgeschrittene Abbau der großen Kiesgrube von Knollengraben (R 4725o/H 9172o) verbesserte die Aufschlußverhältnisse erheblich, so dass folgendes Profil zu erkennen ist:

Die unteren zwei Drittel der Aufschlußwand bestehen aus kreuzgeschichteten Kiesen. Die Gerölle erreichen Faustgröße. Stellenweise sind sie von gröberen Lagen durchzogen, die aber nur geringmächtig sind. Darüber schließt sich ein 3 - 4 m mächtiges Grundmoränenband mit auffällig großen Blöcken an. Die Grundmoräne wird überdeckt von einer schluffig-sandigen, feingeschichteten Partie, an deren Basis Grundwasser austritt. Sie ist unten grau und nach oben hin gelblichbraun bis dunkelbraun gefärbt. Auf den Schichtflächen im oberen Bereich befinden sich Anhäufungen von Pflanzenhäcksel,

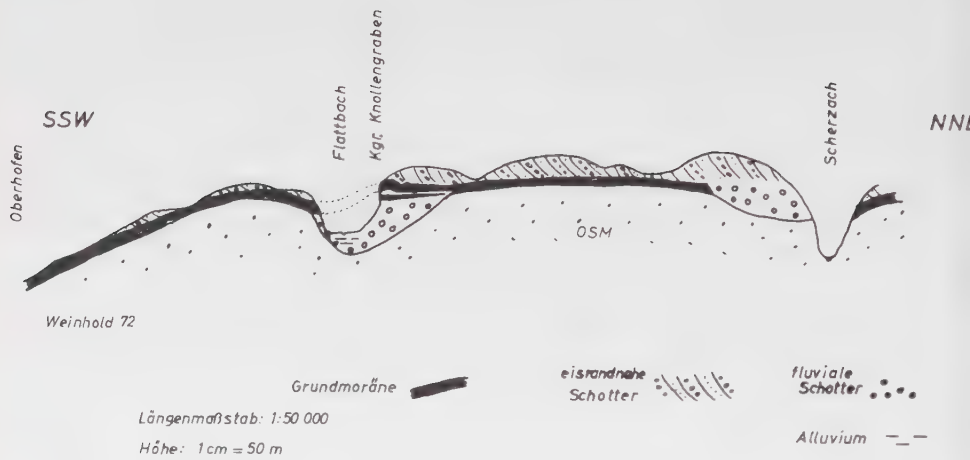
sehr selten auch kleine Holzstückchen. Darüber lagert eine zweite Grundmoräne mit lokalen Verbiegungen. In die Stauchungen wurde auch die Sandpartie einbezogen, die infolgedessen an manchen Stellen ausdünnt und an anderen über zwei Meter mächtig wird. Über der Grundmoräne bilden eisrandnahe, schluffige Schotter den Abschluß des Profils.

Die C^{14}-Bestimmung von humosem Material aus dem sandig-schluffigen Bereich zwischen den beiden Grundmoränen erbrachte ein Alter von 22130 $\pm$ 225 Jahren. Sofern das Alter durch das erwähnte Grundwasser nicht verfälscht wurde, ist dieses Vorkommen erheblich jünger als der Torf vom Karrestobel (ca.29000 J., GROSS, 1958) nördlich Ravensburg. Die Einordnung des Probenalters in die Chronostratigraphie des Würm fällt schwer, da Interstadiale mit diesem Datum nicht bekannt sind.

> Die Ablagerungen sind weit jünger als das Denekamp Interstadial (29000 - 32000 J.v.h.), ZAGWIJN u.PAEPE (1968), und könnten am ehesten mit dem Paudorf-Interstadial (25000 - 26000 J.v.h.), GROSS (1958), in Zusammenhang gebracht werden. Endgültige Aussagen sind auf Grund dieser einzigen Altersbestimmung ohne pollenanalytische Auswertung nicht zu machen (vgl. Kommentare der Altersbestimmungen vom Karrestobel und Paudorf bei VOGEL u.ZAGWIJN, 1967, S.90, 95,96).
> Falls weitere Werte das junge Alter aber bestätigen werden, liegt hier ein Hinweis für die relativ kurze Dauer des Würm-Hochglazials vor.

Schichtenfolge und Morphologie ergeben folgendes Entstehungsbild (vgl. Abb.22): südlich Ravensburg befindet sich zwischen Schussental (Oberhofen) und Flattbach ein Härtling aus Molasse. Durch ihn wurden die Schmelzwasserkiese im Flattbachtal vor der Erosion durch die Schusseneiszunge geschützt. Jüngere Eisvorstöße überfuhren daher die Kiese, ohne sie auszuräumen. Zwischen zwei durch die Grundmoränenbänder belegte Vorstöße wurden die oben erwähnten humosen Lagen sedimentiert. Das Alter der Kiese im Knollengraben bleibt ungewiß. Ihre Parallelisierung mit den Kieslagen am Hügel der Veitsburg bei Ravensburg ist auf Grund fehlender Aufschlüsse nicht möglich.

Abb.22



Profil Oberhofen – Scherzachtal

Eine weitere Kiesgrube nordwestlich Staig an der Bundesstraße 32 gelegen, enthält die gleichen Kiese wie die Kiesgrube bei Knollengraben (R 47900/H 91300). Sie sind hier zu mächtigen Nagelfluhbänken verkittet. Auf dem Kies befindet sich nur noch die obere Grundmoräne mit eisrandnahen Schottern darüber. Am Eingang der Kiesgrube neigt sich die Grundmoräne nach SSW in das obere Flattbachtal hinein und überzieht die Geländestufe unterhalb der Bundesstraße bei Ittenbeuren.

Nördlich Meckenbeuren tritt morphologisch eine Eisrandlage der Schussen-Eiszunge hervor. Sie wird durch eine Wallzone mit umgebenden Talungen umrissen. Im Osten beginnt sie bei Tettnang, führt über Höll und Hirschach mit dem Moorgebiet der Weiherwiesen, verläuft entlang dem Krebsbach an Untereschach vorbei, quert bei Gutenfurt die Schussen und reicht bis Appenweiler. Sie entspricht ungefähr dem Verlauf der von SCHMIDT (1914) und WAGNER (1911)

beschriebenen Eisrandlage der Höhe 49o-5oo Meter.

Die den Eisrand begleitenden Schmelzwässer lagerten am Ostrand des Eises einen Saum von Sedimenten teils fluvialen, teils limnischen Charakters ab. Bis 49o m hoch reichen horizontal geschichtete, gut sortierte Kiese der Kiesgrube oberhalb Obereschach (R 4534o/H 878oo). In den vor dem Eis aufgestautenSchussensee wurde das ausgedehnte Delta nördlich Liebenau abgelagert (große Kiesgrube R 4546o/H 865oo) Abb.23. Auf sandige Sohlschichten baut sich der über 2o Meter hohe Deltafächer auf, dessen einzelne Schichten von Sand über Fein- und Grobkies bis hin zu schluffigen Blockhorizonten sämtliche Sortierungsgrade durchlaufen. Den Abschluß bilden ca. 2 bis 3 Meter mächtige Übergußschichten aus horizontal geschichteten Mittel- und Grobkiesen unterschiedlich guter Sortierung. Am Ostrand der Kiesgrube überdecken die schrägen Deltaschichten gestauchtes Randmoränenmaterial, das durch Schluffreichtum und große Findlinge von über 1oo Zentimeter Durchmesser auffällt. Abb. 24 zeigt einen Teil des Deltas in der nordöstlichen Aufschlußwand. Die muldenförmig eingesunkenen und gestörten Kiesschichten deuten darauf hin, daß ein Toteisblock (Eisscholle ?)

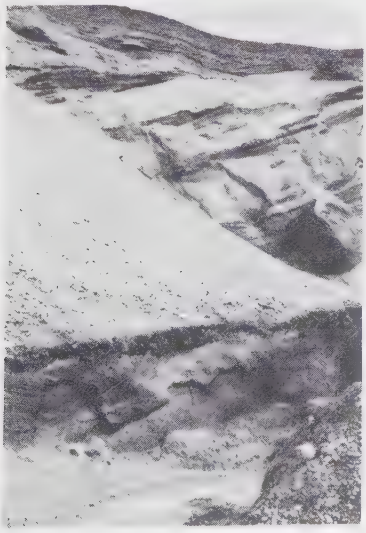


Abb.23
Deltafächer mit Überguß- und Sohlschichten. Kiesgrube nördlich Liebenau, Kreis Tettnang.
Foto: Weinhold 197o

einsedimentiert wurde und allmählich austaute. Es handelt sich um eine ovale, eng begrenzte Eintiefung, die nur an dieser Stelle zu sehen war.

Abb.24

Toteismulde im oberen Bereich von Deltaschichten. Kiesgrube nördlich Liebenau, Kreis Tettnang.
Foto: Weinhold 1971.

Die Sedimentschüttung im Raume Untereschach-Liebenau erfolgte aus östlich bis südöstlicher Richtung. Dagegen wurden die Bereiche um Senglingen mit Feinkies und Sand nach Nordosten aufgefüllt.

WAGNER (1911) schreibt, daß das Eis in der oben angeführten Erstreckung sich anhand einer Ufermoräne verfolgen läßt, die bei Bechlingen (nördlich Tettnang) mit einer schwachen Decke aus Sand und feinerem Kies von den Argenwassern beim Zurückweichen des Eises überlagert wurde und deshalb nicht sichtbar ist.
"Der Moränenwall selbst besteht hauptsächlich aus Grundmoräne (Aufschlüsse beim Bahnbau Ravensburg-Friedrichshafen). Bei Senglingen ist ein fluvialer Übergangskegel dieser Stirnmoräne aufgeschlossen, es sind nach Norden geneigte und sich verfeinernde Kiese und Sandschichten."

Was Wagner (1911) beschreibt, ist Grundmoränenmaterial, das das Zungenbecken auskleidet, aber kein Sediment, das erlaubt, von Strinmoränen oder einem Moränenwall schlechthin zu sprechen. Es sind keine Moränenwälle dieser Eisrandlage mehr vorhanden. Die heutige Morphologie umreißt nur noch die Eiszunge, an deren Rändern die Schmelzwassersedimente abgelagert wurden. Sie täuschen lediglich einen geomorphologischen Moränenkranz vor.

Das Wasenmoos und die Weiherwiesen bei Hirschach sind Teile einer Rinne, welche die aus Osten eintreffenden Schmelzwässer der Argen entlang dem Eisrand zuerst eintieften und später in Gestalt einer Terrasse, auf welcher Tettnang liegt, neben dem schmelzenden Eis aufschotterten. Zuflüsse waren unter anderem bei Missenhardt (Riedweiher), Neuhalden, Argenhardt und nordwestlich Wiesach.

Zusammenfassung:

Die östliche Einfassung des Schussentales wird weiträumig von Schmelzwassersedimenten überdeckt, welche in unterschiedlicher Entfernung zum Eis abgelagert wurden. Die Täler von Scherzach und Flattbach sind zwei bevorzugte Schmelzwasserrinnen der abschmelzenden Schussen-Eiszunge. Das zwischen zwei Grundmoränen eingebettete humose Band in der Kiesgrube von Knollengraben ergab nach C^{14}-Bestimmung ein Alter von ca.2213o J.v.h.. Eine Eisrandlage nördlich Meckenbeuren, erkenntlich an fluvialen und limnischen Sedimenten, wird beschrieben.

1o. Die östliche Seite des Schussentales südlich Tettnang.

Südlich Tettnang erstreckt sich eine mehrere Kilometer lange Terrassenkante. Sie verläuft über Manzenberg, Hagenbuchen bogenförmig durch den Tettnanger Wald bis kurz vor Gießenbrücke. Mehrere Kiesgruben erschließen schräg geschichtete Deltasedimente mit oft noch vorhandenen Übergußschichten. Hierdurch kann eine Seebildung mit Wasserspiegelhöhe 46o m NN festgelegt werden (R 4364o/H 7944o, R 438oo/H 8o28o). Die Delta-schichten sind ein Teil des großen Schwemmfächers, dessen Lieferant die Argen war. Hierzu gehört auch die südlich an das Delta anschließende Terrasse mit durchschnittlicher Höhenlage von 44o m. Im Gegensatz zur höher gelegenen Terrasse besteht sie aus Grobkies schlechter Sortierung (Kiesgrube westlich Gießenbrücke R 4428o/H 772oo). Nagelfluhbildungen kommen ebenfalls vor.

Die Erhebungen Hochwacht, Krüntenbühl, Reichenbühl usw. zeigen, daß hier Teile des angrenzenden Hochgebietes mit fluvialem Schutt einsedimentiert wurden. Das eigentliche Schussental beginnt erst weiter westlich.

Der Rest des Tettnanger Waldes und das Gebiet bis nach Langenargen bilden den Überschneidungsbereich von Schussen und Argen. Die junge Talfüllung in der Gegend der Schussenmündung ist kaum mehr als ein bis zwei Meter mächtig. In Gräben entlang des Bahndammes westlich Eriskirch ist stellenweise Grundmoräne aufgeschlossen. Sie taucht nach Norden unter Lehme und Tone ab.

In der Längsrichtung betrachtet, wird das Schussental in Becken und Schwellen gegliedert. Die Schwellen zeigen vornehmlich Grundmoränenmaterial. Die Becken sind randlich mit Schmelzwassersedimenten, zentral mit Seeablagerungen und Alluvionen zugefüllt worden.

Zusammenfassung:

Der Ostrand der Schussensenke südlich Tettnang wurde mit fluvialen Sedimenten angefüllt. Deltageschichtete Schwemmfächer der Argen weisen auf Stauseen hin. Im Bereich der Schussenmündung ist Grundmoränensediment unter geringmächtiger Bedeckung aufgeschlossen.

11. Die Tannauer Hohlform.

(Topographische Karte 1:25ooo, Nr.8323, Nr.8224, Nr.8223).

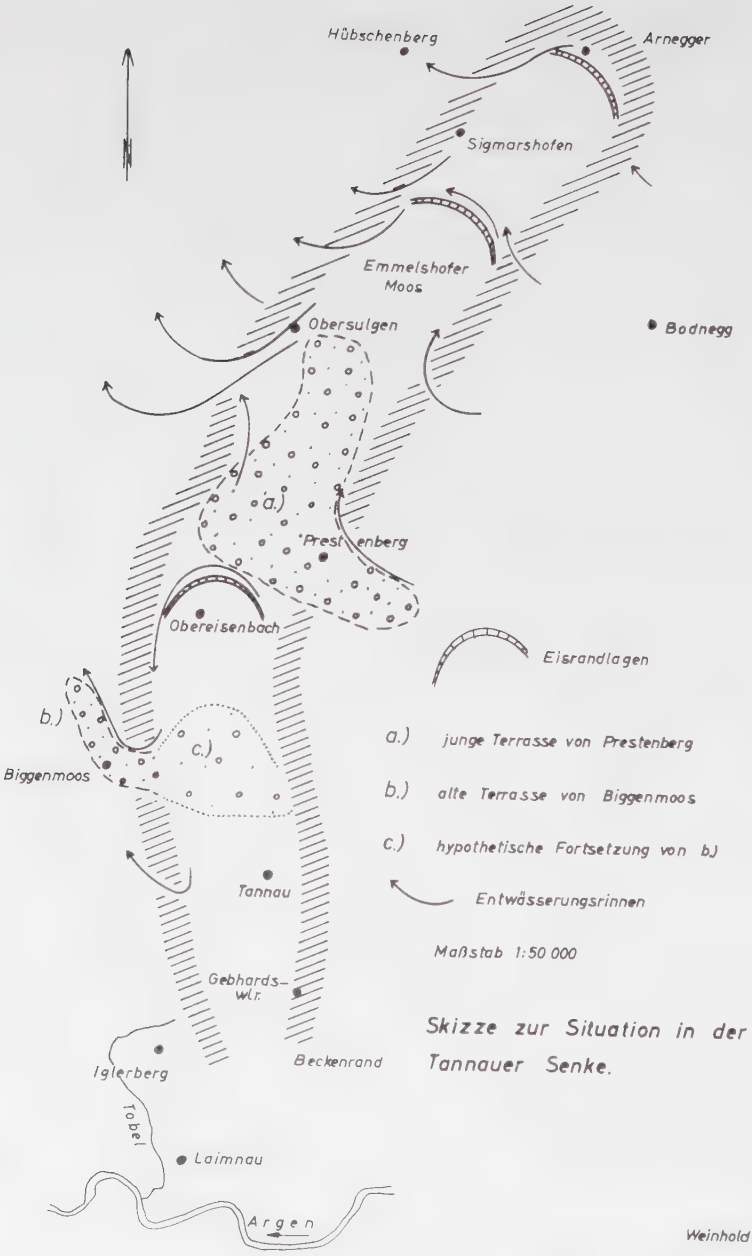
Die Tannauer Hohlform erstreckt sich von Rosenharz (Bl.Waldburg) über Obereisenbach (Bl.Tettnang) nach Tannau. Sie wird durch eine Sedimentbarriere zwischen Prestenberg (Bl.Tettnang) und Obereisenbach quergeteilt. Im Norden steigt die Senke bei Ottershofen (Bl.Ravensburg) nach Nordwesten an und endet auf der Linie Arnegger-Englisreute (Bl.Waldburg). Ihr Südteil verjüngt sich bis auf einen schmalen Durchlaß im Raum Wiesertsweiler.

Bereits SCHMIDT (1914) deutete die Hohlform als "Zweigbecken neben dem bedeutenderem der Schussen". Ähnlich wie im Karseebecken lassen sich auch hier eine Reihe von Eisrandlagen unterscheiden, Abb.25. Als der nördlichste Beckenteil bei Arnegger noch mit Eis gefüllt war, floß das Schmelzwasser am Nordwestrand in Richtung Grünkraut ab. Mehrere Täler schneiden dort den Riedel zwischen Tennenmoos und Hübschenberg ein.

Unterhalb Sigmarshofen senkt sich die Beckensohle auf 51o m NN ab. In der schrägen Abtreppung bei Sigmarshofen steht in den Bachrissen als Auskleidung der Hohlform Grundmoräne an.

Nachdem das Emmelhofer Moos eisfrei war, erfolgte die Auffüllung des Beckens mit fluvialen Kiesen und Sanden südöstlich Obersulgen in den Gesnauwiesen durch die Schwarzach. Sie reichen bis über Prestenberg hinaus und nehmen dort an Mächtigkeit zu. (Alte Kiesgrube R 4887o/H 8397o).

Durch den Rand der benachbarten Schussen-Eiszunge wurde die Schwarzach westlich der Tannauer Hohlform nach Norden abgelenkt. Einzig bei Madenreute östlich Liebenau schaffte sie den Durchbruch direkt nach Westen. Anhand der Sedimente in der verlassenen kleinen Kiesgrube östlich Madenreute (R 465oo/ H 8589o) wird dies deutlich. Der Westteil des Aufschlusses besteht aus kreuzgeschichteten, meist gut gerundeten Geröllen aller Größen und dünnen Sandlagen. Von Westen her wurden die Kiese zusammengeschoben und gestaucht, Abb.26. Das Widerlager bildete die nach Osten (im Bild rechts) an-



Skizze zur Situation in der Tannauer Senke.

Weinhold 72

Abb. 25

schließende Grundmoräne und die in halber Höhe darüber befindlichen, schluffreichen eisrandnahen Schotter. Das bedeutet: Die Schwarzach floß (bei Untertennenmoos) entlang dem Eisrand der Schussenzunge nach Norden ab. Dann verlagerte sich der Eisrand bis nach Madenreute. Die Schwarzach folgte mit einem Durchbruch nach Westen, wurde hier aber erneut nach Norden abgedrängt. Im Gleithang des Flußknicks wurde eine Kiesterrasse an die Stelle der zuvor erodierten Grundmoräne aufgeschüttet. Damit kamen die Schotter in gleicher Höhe wie die östliche angrenzende Grundmoräne zu liegen. Eine Eisbewegung stauchte den Schotterkörper, dessen Kieslagen später teilweise in Nagelfluhblöcke umgewandelt wurden.

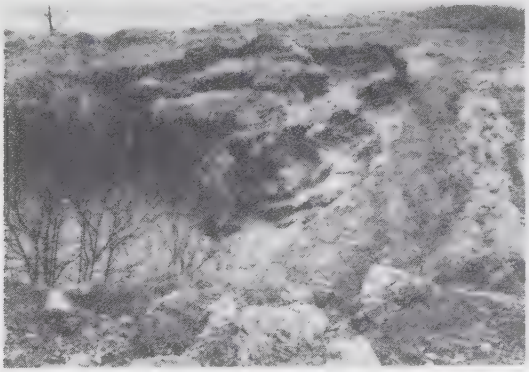


Abb.26

Durch Stauchung vom Westen (links) verfaltete und senkrecht verstellte Schotter, die im Osten (rechts) von Grundmoräne und darüber eisrandnahen Schottern, die das Widerlager bildeten, abgelöst werden.
Alte Kiesgrube bei Madenreute.
Foto: Weinhold 1969.

An den Südrand der Terrasse von Prestenberg schloß die Eiszunge des Tannauer Beckens an. Das entspricht in etwa einer Eisrandlage in 510 m Höhe. (In der Skizze Abb.25 die Eisrandlage bei Obereisenbach). Als das Eis weiter abschmolz, wurden von außen her keine weiteren Schmelzwassersedimente mehr in die freiwerdende Niederung eingeschwemmt. Vor dem Eis bildete sich ein Stausee, an dessen Grund Lehme

und Tone abgesetzt wurden. (Als der Eisrand nur noch bis zum heutigen Argental reichte, konnte der See ausfließen). Die unter den feinkörnigen Ablagerungen durchziehende Grundmoräne tritt in den kleinen Seitentälchen zwischen Gebhardsweiler und Flockenbach zutage. Auf der gegenüberliegenden Seite reicht sie bis in die flache Talung südlich des Birkenbühl hinauf.

Über die Tannauer Hohlform bemerkt SCHMIDT (1914) u.a.:

> "Das Tal war früher nach Süden hin offen und beherbergte eine Eiszunge höheren Alters (Hauptwürm?). Ein letzter Eisvorstoß füllte es zwar mit seinen Eismassen wieder aus, ließ aber die große Wannenform mit dem bis Rosenharz vordringenden Zungenbecken unter geringer Umgestaltung bestehen. Während der einzelnen Abschmelzphasen wurde schließlich von Randmoränen die südliche Verlängerung des Beckens zugedeckt."

Ähnlich dazu ordnet MÜNST (1955) die Vertiefung einem lang angelegten Zweigbecken bei, das von Lindau ausgehen soll. Der südliche Teil desselben wurde mit Moränenschutt zugedeckt.

Daß die Hohlform zumindest teilweise schon vor dem letzten Eisvorstoß existierte, beweisen die Kiesvorkommen von Biggenmoos, die bis auf 490 m NN hinab in den Westrand der Senke reichen. Es handelt sich um mächtige, reichlich zu Nagelfluh verbackene Grobkieslager, die in mehreren alten Kiesgruben aufgeschlossen sind (R 4719o/H 81 7oo, R 4716o/H 8177o). Sie erstrecken sich nach Nordwesten bis in die Gegend von Gemertsweiler (Kiesgrube R 4664o/H 824oo). Die Schüttung nach Westen und Nordwesten entspricht etwa dem Talverlauf zwischen Biggenmoos und Gemertsweiler. Da die Schüttung von Osten erfolgte, wo sich heute die Tannauer Niederung befindet und die Basis der Kiese bis fast zur Beckensohle hinabreicht, muß die Zeit ihrer Entstehung weiter zurückliegen. Vorstellbar wäre eine alte quer über das Becken sedimentierte Kiesterrasse ähnlich der von Prestenberg, die während des letzten Eisvorstoßes ausgeräumt wurde, Abb.25. Der im Hochgebiet gelegene Teil lag geschützt und konnte überdauern.

Für eine Fortsetzung der Tannauer Senke nach Süden über das Argental hinaus und gar bis Lindau, wie MÜNST (s.o.) annimmt, gibt es keine Hinweise. Betrachtet man die Höhenlage der Grundmoräne des letzten Vorstoßes, so

so zeigt sich, daß zumindest dieser letzte Vorstoß in eine wannenartige Vertiefung nördlich der Argen erfolgte. Die Talsohle liegt im Raum Tannau auf 470 bis 480 m . (Noch tiefer muß die Grundmoräne des letzten Vorstoßes gesucht werden, die hier von Alluvionen überdeckt wird). Entsprechend müßte in der Zone Langnau - Gitzensteig (südlicher Abhang des Argentales) die Grundmoräne sich einsenken. Das trifft aber nicht zu. Entlang der Straße Langnau-Hiltensweiler steht sie mit Sicherheit bis 485 m Höhe an. (Straßenaufschluß R 49530/H 76510). Im Steilhang des Argentales fällt sie allmählich ab und hat bei der Auffahrt nach Rattenweiler noch ihre Obergrenze bei 470 m (Bachaufschluß R 47430/H 76710). In der Auffahrt nach Gitzensteig beträgt sie 465 m und fällt erst bei Apflau steiler ab. Das Eis stieß also in eine Vertiefung vor, deren südliche Begrenzung im Bereich des Argentales gelegen haben muß.

> Die Vorstellung von einer geschlossenen Hohlform erklärt auch, weshalb der Bereich südlich Prestenberg nicht einsedimentiert wurde. In ihm befand sich für längere Zeit eine Toteisfläche. Das Schmelzwasser der Argen konnte daher nicht in die Senke eindringen, sondern mußte südlich daran vorbei in Richtung Schussental fließen. Durch das Eis schied die Tannauer Hohlform als Akkumulationsraum der Argenschotter aus.

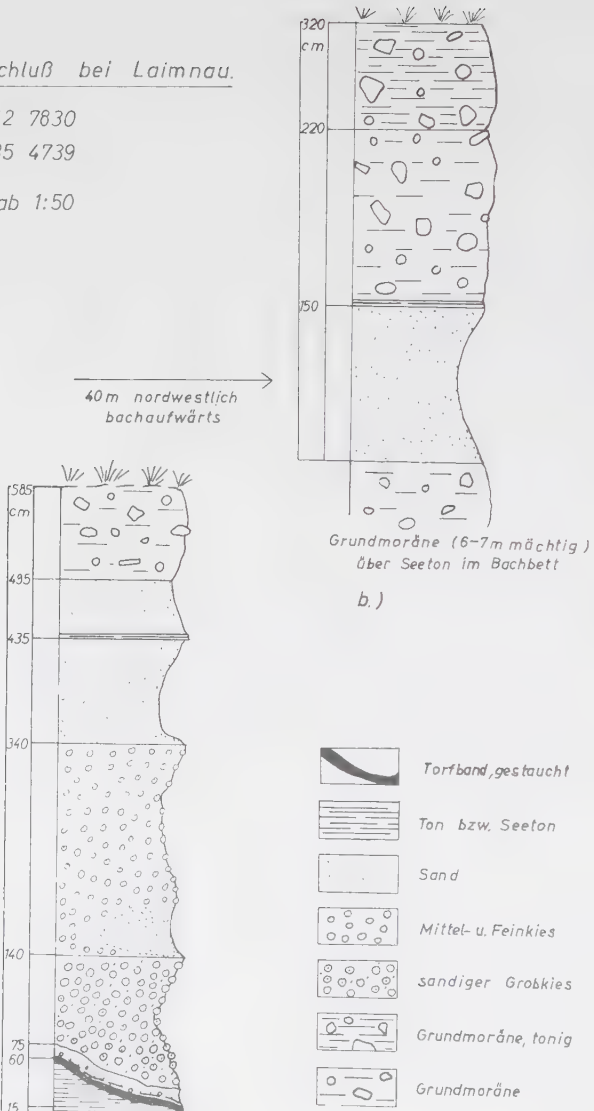
Der spitzwinklig auslaufende Südteil der Niederung wird betont durch die Grundmoräne des letzten Vorstoßes im Kreuzweiherbach und nördlich Iglerberg auf der gegenüberliegenden Seite, die Höhenlagen über 500 m erreicht.

Den Aufbau des Hochgebietes von Iglerberg kann man aus mehreren Bachaufschlüssen des Tobel nördlich von Laimnau entnehmen. Dort, wo der Bach auf die Laimnauer Argenterrasse austritt, hat er sich in Grundmoräne eingeschnitten. Sie bildet den Sockel der Terrassen von Wellmutsweiler und tritt auch unter den Schotterterrassen bei Rappertsweiler wieder auf. (R 48240/H 77500). Der Argenprallhang westlich des Tobel beim Husarenplatz (R 46880/H 77730) schneidet die oberen 6 m der Grundmoräne an. Auf ihr wurden horizontal geschichtete Sande und Tone abgelagert, die im Westflügel des Anschnitts zu einer prielartigen Linse verdickt sind. Über dieser ca. 1 Meter mächtigen Partie liegen meh-

Bachaufschluß bei Laimnau.

H 52 7830
R 35 4739

Maßstab 1:50



Weinhold 72

Abb. 27

rere Meter mächtige schluffige Schotter. Der Bachaustritt nördlich Laimnau erschließt die Grundmoräne vom Husarenplatz. Weiter aufwärts stehen im Bachtal Seetone an, in deren oberstem Teil eine Torflage - zwischen 5 und 1o cm mächtig - eingebettet ist, Abb.27 a. Torf und Ton wurden durch Eisstauchung verstellt und zu dünnen, blättrigen Lagen gepreßt. In dem Torfband stecken Holzreste, Äste und Wurzelstücke. Daneben sind noch Schilfblätter zu erkennen. Über den Tonen folgen horizontal geschichtete Kies- und Sandschichten. Den Abschluß des Profils bildet Grundmoräne. Bachaufwärts stehen erneut Seetone an. Wenige Meter weiter ist über ihnen eine 6 bis 7 Meter mächtige Grundmoräne aufgeschlossen, Abb.27 b. Sie dürfte mit der oberen Grundmoräne des ersten Profils (Abb.27 a) identisch sein. Das Intervall einer 1,5 Meter mächtigen Sandschüttung trennt die Grundmoräne von einer dritten im Hangenden.

Die C^{14}-Bestimmung eines Holzstückes aus dem Torfband ergab ein Alter von mehr als 4o5oo Jahren. Es ist daher älter als die humosen Vorkommen im Knollengraben und vom Karrestobel. Ob es sich hierbei um eine Ablagerung des Frühglazials, also Brörup oder Amersfoort oder gar des Riß/Würm-Interglazials handelt, kann nicht entschieden werden.

Die zeitliche Einstufung der Grundmoräne ist also:

1.) frühes Würm oder eventuell Riß für die Grundmoräne vom Husarenplatz.

2.) spätes Würm für die Grundmoräne zwischen Langnau und Gitzensteig - Moräne des letzten Eisvorstoßes. Sie steigt in Richtung Iglerberg-Rappertsweiler gleichmäßig von 48o auf 5oo Meter NN an.

Zusammenfassung:

Ähnlich wie im Karseebecken können auch in der Tannauer Hohlform mehrere Eisrandlagen festgestellt werden. Die Schmelzwasserabflüsse nach Westen wurden durch den Eisrand der Schussen-Eiszunge wiederholt umgelenkt. Tiefliegende fluviale Kiesvorkommen am westlichen Beckenrand sind Reste älterer Ablagerungen, die vor dem letzten Eisvorstoß ähnlich wie die Prestenberger Schotterterrasse eine Hohlform ausfüllen. Die Tannauer Senke existierte also zumindest an dieser Stelle schon vorher. Humose Einlagerungen in Seetonen nördlich Laimnau haben nach C^{14}-Bestimmung ein Alter von mehr als 4o5oo J.v.h.. Demzufolge kann der Grundmoräne vom Husarenplatz frühes Würm-Alter oder sogar Riß-Alter zugeschrieben werden.

12. Der westliche Rand des Schussentales südlich Ravensburg.
(Topographische Karte 1:25ooo, Nr.8223, Nr.8323).

Wesentlich einfacher als der östliche Talrand der Schussensenke ist der Aufbau der westlichen Talseite. Die quartären Sedimente liegen in solch geringmächtiger Decke vor, daß in beinahe jedem tieferen Taleinschnitt die tertiäre Unterlage zutage tritt. Ausführlich beschrieb FRAAS (1883) die Tertiäraufschlüsse in der Höll und im Güllenbach. Kleinere Vorkommen enthalten die Bachtäler südlich von Adelsreute und bei Brochenzell (Bl.Ravensburg).

Westlich Ravensburg bis hinunter nach Hirschlatt breitet sich Grundmoräne flächenhaft aus. Sie wurde während des letzten Würmvorstoßes abgelagert. Die über das ganze Gebiet verstreuten kleinen Erhebungen bestehen aus eisrandnahen Schottern und kennzeichnen verschiedene Eisrandlagen der abtauenden Schussen-Eiszunge.

Die Schichtengrenze Tertiär/Quartär steigt im rechten Talflügel von 45o m bei Albersfeld - Oberzell bis auf über 54o m bei Detzenweiler - Rolgenmoos an. In der Umgebung von Taldorf hingegen zeichnet sich eine Senke ab, die in der Oberflächenmorphologie nicht sichtbar wird. Zwischen Grundmoräne und den Schichten der OSM schalten sich Kies- und Sandablagerungen ein (alte Kiesgrube südlich Taldorf R 3825o/H 8874o) Taldorf liegt im Bereich eines nach Nordwesten abbiegenden Zweigbeckens, das hier seinen Anfang hat.

Zusammenfassung:

Der westliche Rand der SSchussensenke trägt über der OSM eine flächenhafte Grundmoränendecke. Parallel zur Senke ausgerichtete kleine Erhebungen aus eisrandnahen Schottern zeichnen Eisrandlagen der abschmelzenden Schussen-Eiszunge nach.

13. Das Gebiet zwischen Friedrichshafen - Oberraderach - Kluftern.

(Topographische Karte 1 : 25000, Nr.8322).

Die aus dem Schussental herüberreichende Grundmoränendecke ist in den Schleifen der Rotach südlich Weilermühle und im Tal des Lipbach südwestlich Kluftern aufgeschlossen (R 3548o/H 8436o, R 2966o/H 8321o). Ähnlich wie im westlichen Rand des Schussentales wurden über der Grundmoräne Hügel aus eisrandnahen Schmelzwassersedimenten aufgeschüttet. In einem Rohrgraben am Rupberg nordwestlich Unterraderach (R 3323o/H 8336o) standen eisrandnahe Schotter an. Sie waren schlecht sortiert, schluffig und geschichtet. Findlinge fehlten. Die Gerölle waren teils eckig und gekritzt, teils gerundet.

Die beckenartig vertieften Mündungsgebiete von Rotach und Lipbach beherbergten kleine Eiszungen(Abb.28), vor denen sich Stauseen bildeten. In ihnen wurden Tone und Lehme abgelagert (Ziegelei Schlättle südwestlich Kluftern).

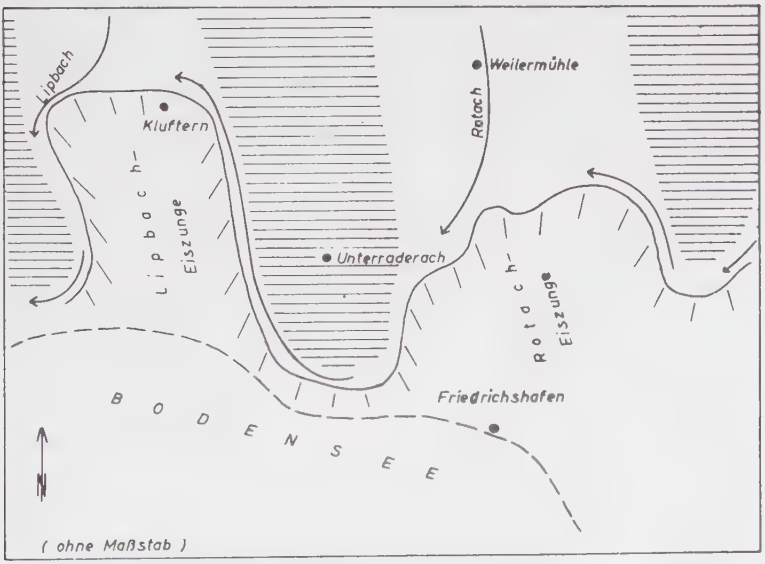


Abb.28

Skizze der Eiszungen bei Friedrichshafen, dem Eisrand in 410-420 m Höhe entsprechend.

14. Die Schotterflächen von Wangen, Haslach und Primisweiler.
(Topographische Karte 1:25ooo, Nr.8324).

Die Entstehung der Aufschüttungsbereiche von Wangen, Haslach und Primisweiler ist keineswegs zufällig, sondern basiert auf den Gegebenheiten des tertiären Untergrundes. Er ist hier aufgegliedert in Zungenbecken (südliche Ausläufer des Haslach-Amtzeller Beckens und des Karseebeckens) und umgebende Riedel.

U-förmig umrahmen die Schotterflächen das Hochgebiet zwischen Niederwangen, Geiselharz und Hübschenberg. Der gewundene Lauf der Unteren Argen durchteilt es und legte in den Prallhängen seine Sedimente frei.

Die tertiären Sedimente steigen bei Pfärrich im Argental auf 57o m an und fallen bei Primisweiler bis auf 52o m ab. An der östlichen Seite des kuppigen Hochgebietes (Nieraz - Niederwangen) werden sie überall noch von der glazialen Sedimentdecke verhüllt, so daß ihre Höhenlage nur zu schätzen ist.

Die Mächtigkeit der quartären Sedimente in den Zungenbecken läßt sich im Tal der Unteren Argen bei Primisweiler feststellen und schwankt hier zwischen 1o und 3o m. Ähnliche Beträge könnten auch für die Wangener Ebene gelten, wenn man die Tertiär-Quartär-Grenze in der Argenschleife südlich Herfatz in der Terrassensteilwand im Krehschachen zu Grunde legt.

Die Auffüllung der Schotterflächen geschah in mehreren Etappen:

1.) das Eis des letzten Vorstoßes räumte ältere Sedimente aus den Tiefgebieten aus, überzog aber dafür die Beckensohle mit seiner Grundmoräne. Sie ist stellenweise über 7 m mächtig (zwischen Oberau und Nierazbad), scheint aber auch in manchen Bereichen zu fehlen.

2.) Während des Abschmelzens wurden am Eisrand Sedimente in Form von Wällen und Terrassen abgelagert. Sie füllten die Niederungen auf.

3.) Hand in Hand damit verlief die Tätigkeit des Schmelzwassers und des nachdrängenden jungen Flußnetzes. Es bewirkte weitflächige Einebnung der Eisrandsedimente bis auf 'Zeugenberge' auf der einen Seite und schotterte auf der anderen Abtragungsmaterial wieder auf.

Die von den Schottern teilweise eingehüllten Hügel tragen viele Spuren fluvialer Erosionsvorgänge: Terrassen, Erosionskanten und Trockentäler. Besonders deutlich sind sie in der Gegend Niederwangen - Primisweiler ausgebildet.

Während des Postglazials begann mit der Vertiefung der Erosionsbasis der Flüsse die schroffe Zertalung der Schotterflächen, und die beiden Argen mit ihren Zuflüssen erweiterten ihre Niederungen durch zahlréiche Terrassen.

Die Wangener Ebene wird im Norden und Süden von den beiden Argenläufen eingefaßt und liegt auf durchschnittlich 57o bis 58o Meter NN. Nach den Aufschlüssen in den Argenterrassen bei Herfatz zu urteilen, entfallen auf die Schotterdecke Mächtigkeiten bis zu 1o Meter. Die relativ hochreichenden Grundmoränenvorkommen in der Umgebung von Nieraz im Norden und bei Sattel südwestlich Wangen (R 6147o/ H 8271o) lassen überall rasch wechselnde Mächtigkeiten der Schotter vermuten.

Mehrere Baugruben im Zuge des Siedlungsbaues entlang der Bundesstraße 32 am nordwestlichen Stadtrand von Wangen enthielten Schotter bis in zwei Meter Tiefe, ohne daß die unterlagernde Grundmoräne erschlossen wurde. Die Schotter sind zwar schlecht sortiert, enthalten aber gut gerundete Gerölle aller Größen (bis über 3o cm Durchmesser) und sind lokal mit Sand durchmischt. Die Schichtung, oft nur sehr undeutlich, ist grob und liegt horizontal. Dort, wo die Bundesstraße im Krehschachen über den Terrassenabhang ins Untere Argental hinabführt, ragen über 2 Meter mächtige Nagelfluhklippen aus dem Waldboden heraus. (R 6173o/H 85o9o).

Abbauwürdige Vorkommen, bestehend aus Fein- und Grobkieslagen guter Sortierung, sind in der Kiesgrube nördlich Niederwangen aufgeschlossen. Die dachziegelartige Lagerung der horizontal geschichteten Kiese deutet einen Materialtransport nach Nordwesten an, was aber nur als örtliche Abweichung der generellen Südwest-Schüttung zu betrachten ist. (R 5975o/ H 8213o).

Unter Verkennung der geologischen Verhältnisse legte man südlich Feld einen ca. 5o Meter langen Schurf an der Flanke eines Rückens an. Man hoffte auf ein Kieslager in diesem am Eisrand entstandenen Hügel zu stoßen. Stattdessen traf man auf schluffiges, mit gekritzten

Geröllen durchsetztes Material, in dem Findlinge mit über 1 Meter Durchmesser eingelagert waren. Zusätzlich treten noch Nagelfluhpartien auf. (R 5924o/H 814oo). Unmittelbar neben der Erhebung beginnt die Kiesebene wieder.

Wie verschiedenartig die Ablagerungen in der Kiesebene ausgebildet sein können, wird ersichtlich beim Vergleich der Kiesgrube bei Niederwangen mit der großen Kiesgrube westlich Hatzenweiler, Abb.29 (R 59o5o/H 8112o). Im Westteil der Kiesgrube von Hatzenweiler werden von einer horizontal geschichteten Grobkieslage (ca. 2 m mächtig) Reste eines Schüttungsfächers gekappt. Er besteht aus dünn geschichtetem Grobsand und eingestreuten Kiesgeröllen, die eckig,

Abb.29

Von fluvialen Schottern gekappter Eisrandschwemmgekel. Kiesgrube bei Hatzenweiler. Blickrichtung nach Westen. Foto: Weinhold 197o.

höchstens schwach gerundet sind (Abb.3o). Ihr Durchmesser erreicht nie mehr als 6 bis 7 cm. Wie Aufschlußbohrungen aus der Umgebung der Kiesgrube zeigten, setzen sich diese Eisrandschwemmkegel-Schüttungen bis in 6 m Tiefe fort. Darunter folgt gelblicher Mittelsand über Grundmoräne.

Die Kiesgrube bei Niederwangen enthält sandigen Grobkies, der mehr als 5 m hoch aufgeschlossen ist (R 5975o/H 8213o). Der Gerölldurchmesser kann bis 3o cm betragen. Es handelt sich hier um fluviale Schotter schlechter Sortierung und grober Schichtung.

Die gute Sortierung der diskordant aufgelagerten Flußkiese von Hatzenweiler läßt nach Primisweiler zu wieder nach. Bei Rohrverlegungen wurden im Nordwestteil von Primisweiler ca. 2 bis 4 Meter mächtige, sandige Grobkiese ohne wahrnehmbare Schichtung oder Einregelung angeschnitten. Darunter folgen über 2,5 Meter Grobsandpartien mit uneinheitlicher Schrägschichtung und ähnlicher Beschaffen-

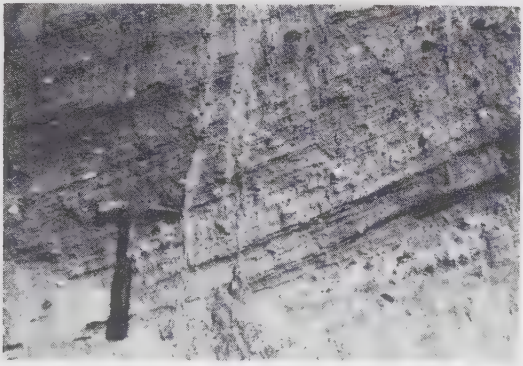


Abb.3o

Ausschnitt aus der Mittelpartie einer Eisrandschwemmkegel-Schüttung. Westliche Wand der Kiesgrube bei Hatzenweiler. Foto: Weinhold 197o

heit wie bei Hatzenweiler. Nach Südwesten keilt das Kieslager aus.

Südlich der Kirche von Primisweiler wurden bei Straßenbauarbeiten horizontale, dünngeschichtete Sandlagen erschlossen. Ihre in gelblichen, roten und braunen Tönen spielende lebhafte Färbung ist sekundär durch Grundwassereinwirkung entstanden.

Die bei Rhein das Tertiär bedeckende ziemlich mächtige Grundmoräne konnte bei Primisweiler nicht mit Sicherheit nachgewiesen werden und scheint dort zumindest strekkenweise zu fehlen. In wieweit es sich bei dem über 15 m mächtigen Grundmoränenvorkommen von Rhein um eine homogene Lage oder um mehrere durch andere Sedimente aufgespaltene Schichten handelt, ist wegen der schlechten Aufschlußver-

hältnisse nicht zu entscheiden.

Die Schotter von Primisweiler haben auf der gegenüberliegenden Seite der Unteren Argen ihre natürliche Fortsetzung und so bleibt auch im Raume Schomburg zunächst das Profil mit der Abfolge:

Grobe Schotter
Sand
Grundmoräne
OSM

das gleiche. Aber schon knapp 1 Kilometer weiter nördlich und westlich ändern sich die Verhältnisse. Im Mollerholz östlich Haslach weist ein Tonvorkommen auf lokal ruhigere Sedimentationsbedingungen in einem Stillwasserbereich hin (R 5612o/ H 8262o). In Richtung Spiesberg und Amtzell dünnen die Schotter allmählich aus. Die Ebene Haslach-Amtzell ist dem ungefähren Verlauf der Straße Rembrechts - Altböse folgend durch eine Geländestufe in eine östliche Hälfte mit Höhenlage 56o m und eine westliche mit 54o - 55o m Höhe geteilt.

Auf dem tieferen westlichen Teil schwinden die Schotter bei Spiesberg und Reute bis auf eine o,5 - 1 m dünne Deckschicht über der im Bachbett der Haslach zutage tretenden Grundmoräne. Sie säumt das gesamte westliche Haslachufer bis Engelitz hinunter, ohne daß an einer Stelle die Erosion die OSM freigelegt hätte. Im östlichen Haslachufer dagegen scheint sie zwischen Rembrechts und Haslach anzustehen: erbohrt wurden in 1 bis 2 m Tiefe gelbe Lehme, Tone und glimmerführende gelblichgraue Sande.

Die durch die Schotterdecke durchspießenden älteren Erhebungen konzentrieren sich besonders auf den Bezirk Primisweiler - Hiltensweiler - Mindbuch. (Blauseekopf, Iltishalde, Meerbuch, Iltishaldenösch usw.). Die Haslacher Kiesfläche verfügt nur bei Schomburg, Hugelitz und Haslach über gleichartige Bildungen von verschiedener Größe. Die Wangener Ebene hingegen ist gänzlich frei davon.

Ausführlich behandelt SCHMIDT (1914) den beschriebenen Raum. Hierin wie auch in anderen Arbeiten wird stets von einem großen Stausee gesprochen, der durch die beiden Argenflüsse gespeist wurde und sich vor dem Eis bildete. Er sollte sich über den gesamten Flächenbereich von Wangen

über Primisweiler bis nach Amtzell ausdehnen. Dort, wo seine Ufer nicht durch natürliche Wälle gebildet wurden, grenzte er direkt ans Eis. SCHMIDT (1914) begründet den Stausee durch folgende Punkte:

1.) Anhand von Bohrungen und Probelöchern ergaben sich bei Primisweiler sedimentologische Verhältnisse, die typisch für den ganzen Raum sein sollen. Die an der Basis über der Grundmoräne angetroffenen tonigen bis sandigen Ablagerungen sollten die Sohlschichten von Seedeltas darstellen. Darüber soll sich der bis zur Stauhöhe des Sees reichende Komplex schräg geneigter Schichten mit Lage für Lage wechselnder Korngröße befinden. Als Übergußschichten deutete SCHMIDT (1914) endlich das aufgelagerte grobe Schottermaterial.

Die Kiesgrube von Hatzenweiler (Abb.29, 30) gewährt eine gute Einsicht in die Bereiche, welche SCHMIDT (1914) nur durch Bohrungen zugänglich waren. Sie haben mit echten Deltaablagerungen nichts gemeinsam. Die schräg geneigten Partien sind in sich äußerst fein geschichtet und zeigen nirgends steten Wechsel von Feinmaterial zu gröberen Geröllen, der typisch für die Seedeltas der weiteren Umgebung (Liebenau, Karsee) ist. Hinzu kommt noch die diskordante Lagerung der einzelnen Schüttungskörper und die Wölbung der geneigten Schichten. Würde es sich bei den eingestreuten Geröllen der schräg geschichteten Partien um von Eisstücken eingedrifteten Schutt handeln, wie SCHMIDT (1914) annimmt, so ist nicht einzusehen, weshalb nicht auch größere Gesteinsbrocken vertreten sind.(Abb.30). Die Fazies der geneigten Schichten entspricht der der Eisrandschwemmkegel am Rand des Haslach - Amtzeller Beckens südlich Kofeld.

Die lehmigen und tonigen Absätze über der Grundmoräne sind nur von örtlicher Bedeutung und verlangen keineswegs die Existenz eines großen Stausees.

2.) Als weiteres Argument führt SCHMIDT (1914) die charakteristische Umrandung der Staubecken an. "Sie besitzen nur gelegentlich Steilufer, da wo bei ihrer Ausfüllung die Strömung einmal längere Zeit eine Uferböschung traf. Meist stößt die horizontale Oberfläche der neuen Aufschüttung an die unversehrten, sanft gewölbten Formen des Geländes", das sie vorfand."

Nun zeigt sich, daß an den Abhängen der alten Erhebungen fast überall mehr oder weniger steile Böschungen vorkommen;

(und nicht nur in dem fraglichen Seegebiet), so daß man kaum an einer bestimmten Stelle typische Steilufer eines Stausees unterscheiden kann. Steilufer eines Sees müßten scharfe Geländeformen sein, deren Fuß durch den Seespiegel horizontal abgesetzt wird, nämlich dort, wo die Strandzone beginnt. Abb.31 gibt stellvertretend für viele andere Bereiche des angeblichen Seegebietes die Situation östlich Primisweiler wieder. In der Bildmitte ist ein aus eisrand-

Abb.31
Fluviale Terrassen östlich Primisweiler.
Foto: Weinhold 197o

nahen Sedimenten aufgebauter Hügel zu sehen, dessen untere Hälfte zu einer breiten Terrasse umgeformt wurde. Nimmt man an, daß der Seespiegel in Höhe der Verflachung lag, so hat man hierin den Strandbereich zu sehen. Dieser verläuft aber nicht etwa wie zu erwarten wäre horizontal um den Hügel herum, sondern steigt nach links sanft an und offenbart damit fluvialen Charakter. Das gleiche gilt für die untere Erosionskante.

3.) Ferner schreibt SCHMIDT (1914), daß der See nachträglich wieder mit glazifluvialen Sedimenten aufgefüllt worden sei.

Die erwähnte Kiesgrube bei Niederwangen enthält grobe fluviale Schotter, die fast bis auf 54o m NN hinabreichen. Am Boden der Kiesgrube wurde stellenweise Grundmoräne aufgeschürft. Wenn sich überhaupt Wasser vor dem schmelzenden Eis staute, dann nur in solch bescheidenem Ausmaß, daß es

nicht zu Deltaschüttungen kam. Ebenso liegt die Grundmoräne bei Sattel südwestlich Wangen so hoch (56o m NN), daß eventuell entstandene Seen sehr rasch wieder zugeschüttet werden mußten. Da die Grundmoräne durchaus nicht immer horizontal liegen muß und die Schotter stellenweise direkt auf ihr lagern, konnte kein Stausee mit derart niedrigem Wasserstand entstehen, der von Wangen (57o m NN) bis Amtzell (55o m NN) und Haslach (54o m NN) reichte.

4.) Die unterschiedliche Höhenlage der Schotterfläche von Wangen und jener von Primisweiler veranlaßte SCHMIDT (1914) zu der Annahme, daß das Stauniveau des Sees eine plötzliche Absenkung um ca. lo m erlitt.

Für einen Stausee im Wangener Raum gibt es aber weder sedimentologische noch morphologische Indizien.

5.) Weiter schreibt er: "..... Die Ausdehnung des Sees in seinem endgültigen, tieferen Niveau war sehr bedeutend. Der Eisrand lag links der Argen von Wangen an auf den Hügeln, die auch heute dort das Tal begrenzen."
Der der Abhandlung beigefügten Karte ist zu entnehmen, daß der Eisrand auf 56o - 57o m Höhe lag. Der Stausee reichte demnach von Sattel über Primisweiler bis Haslach.

Nähme man ein Seespiegel Niveau von 55o m Höhe an, (das entspricht der Höhe der Kiesoberfläche bei Niederwangen), so müßten vor allem im Raum von Primisweiler Terrassen in dieser Höhe zu finden sein. Das ist nicht der Fall.

Beim Abschmelzen des Eises entstanden Schwemmkegel, Wälle, Rinnen und Becken. Die Schmelzwässer sammelten sich in vielen kleinen Rinnen und lagerten an strömungsarmen Stellen feinkörniges Schwemmgut ab, an anderen grobklastisches. Zu den radial gerichteten Bächen gesellten sich die peripheren Schmelzwasserabflüsse, die die Eisrandbildungen erodierten, indem sie Terrassen und Erosionskanten an den Erhebungen schufen und kleinere Hügel (wie Eisrandschwemmkegel) kappten und einebneten. Sie führten reichlich Schotter mit und deckten damit die Hohlformen ein. Große Stauseen entstanden nicht. Da das Eis sich in den Niederungen länger hielt als in den Hochgebieten, umfloß das Schmelz-

wasser in großen Bögen die Eiszungen und suchte sich den Abfluß nach Westen durch die hügelige Landschaft der Riedel. Ähnlich lagen die Verhältnisse bei der Karbach-Eiszunge und den kleinen Eiszungen der Mündungsgebiete der Rotach und des Lipbachs bei Friedrichshafen.

Auf diese Weise finden die an manchen Stellen die Schotterflächen durchziehenden Erosionskanten eine Erklärung. Sie sind nicht etwa kliffartige Uferbildungen von Stauseen, sondern Erosionskanten. Sie verlaufen entlang der 'Linien', die das abfließende Schmelzwasser prägte. Die Terrassenkante Sattel-Wangen beispielsweise verläuft deshalb auch in NE - SW Richtung dem Eisrand parallel. Sie wurde durch die Schmelzwässer angelegt, die den Raum von Niederwangen und Primisweiler aufschotterten (und nachträglich von der Oberen Argen zum Teil wieder ausgeräumt wurden).

Die Terrasse von Altböse - Schattbuch zeichnet ebenfalls die von Schmelzwasser umflossene Eiszunge des Haslach -Amtzeller Beckens von Schomburg bis Altböse nach.

In der heutigen Morphologie drückt sich kein fluvial überdecktes Seebecken aus, sondern eine umgeformte und überarbeitete Schmelzwasserlandschaft im Hinterland der schmelzenden Eiszungen.

Zusammenfassung:

Die Schotterflächen des Raumes Wangen, Haslach und Primisweiler setzen sich zusammen aus einer bis zu 7 m mächtigen Grundmoränenunterlage und darüber fluvialen Schottern, die zusammen bis zu 30 m mächtig werden können. Die Schotter wurden von peripher den Eisrand begleitenden Schmelzwasserflüssen sedimentiert. Hügel aus eisrandnahen Schottern zeigen an ihren Hängen Spuren glazifluvialer Erosion. Anzeichen eines ausgedehnten Stausees, der, wie früher angenommen, von Wangen bis Haslach reichte, fehlen. Es liegt stattdessen eine überarbeitete Schmelzwasserlandschaft vor.

15. Die Kuppenlandschaft östlich der Schussen.
(Topographische Karte 1:25ooo, Nr.8323, Nr.8324, Nr.8423, Nr.8424).

Die durch zahlreiche isolierte, teils girlandenartig zusammenhängende Kuppen auffallende Landschaft des Raumes Neukirch - Wangen - Lindau faßte man bisher unter dem Begriff Drumlinlandschaft zusammen. Vergleicht man die dieses Gebiet betreffende Literatur, so zeigen sich Versuche, die Besonderheiten der Hügellandschaft aus verschiedenen Perspektiven heraus zu deuten.

Während SCHMIDT (1911, 1914) zum Beispiel eine gemischte Landschaft, bestehend aus Drumlins und Endmoränenwällen der Abschmelzphase des Rheinvorlandgletschers sieht, glaubt GRÜNVOGEL (1951, 1953) den "Mustertyp einer Drumlinlandschaft" anzusprechen, in welcher auch die Endmoränenreste zu echten Drumlins umgeformt wurden.

Im Detail ergeben sich Diskrepanzen der Art, daß ein Autor eine Erhebung als Drumlin anspricht, der andere sie als Endmoräne bezeichnet.
Hier einige Beispiele:

1.) Endmoränen der Würm II nach MÜNST (1955), Drumlins nach SCHMIDT (1914).
   a.) Tambachholz, südwestlich Neukirch bei Sackweiher.
   b.) Erhebung zwischen Rudenweiler und Saßenweiler.
   c.) Hügel westlich Oberreitnau.
   d.) Dachs-Berg südwestlich Oberreitnau.

2.) Drumlins nach GRÜNVOGEL (1953), Endmoränen nach SCHMIDT (1914).
   a.) Der Südteil des Neukircher Riedels.
   b.) Der Nordteil des Degersee-Gebietes.

Woher rühren nun solche Unstimmigkeiten? Die Ursache liegt sowohl in den mangelhaften Aufschlußverhältnissen des Bereichs als auch in der meistenteils durchweg geomorphologischen Betrachtungsweise. Besitzt irgendeine Hügelkette oder eine Kuppe die äußere Gestalt eines Drumlins, dann ist es ein solcher. Liegt ein Höhenrücken parallel zur Eisstromrichtung, dann genügt das als Indiz für einen Drumlin. Begegnet man einem exponierten Wall, dann handelt es sich um eine Endmoräne . . .

Es war deshalb Ziel der Untersuchungen zu überprüfen, in

wieweit man mit Berechtigung von einem Drumlingebiet östlich des Bodensees sprechen darf. Um eine Geländeform als Drumlin zu klassifizieren, bedarf es den von EBERL (1930) ausgearbeiteten Kriterien.

Zur Verdeutlichung der nachfolgenden Ausführungen werden sie hier in geraffter Form nochmals wiedergegeben:

1.) Die Drumlinformen sind Oberflächenformen der Grundmoränenlandschaft, und zwar ein ständiger Bestandteil jeder wiederholt vom Eis überfahrenen Grundmoränenlandschaft.

2.) Die Untersuchung des Aufbaus der Drumlins zeigt, daß das gleiche vielgestaltige Material, welches überhaupt im Aufbau der Grundmoränenlandschaft in Erscheinung tritt, in ganz gleicher Art auch im Aufbau der Drumlinhügel verwendet ist, ohne daß die Untergrundverhältnisse einen entscheidenden Einfluß auf die Entstehung der Gebilde geltend machen.

3.) Eine ursprünglich kräftig gegliederte Ablagerungsform des von dem neu heranziehenden Eisvorstoß überfahrenen Materials hat einen fördernden aber nicht einen entscheidenden Einfluß auf die Formung der Drumlins.

4.) Der Standort der Drumlins sind die radial angeordneten großen Akkumulationsräume.

5.) Die Formung der Drumlins geschieht subglazial unter dem strömenden Eis durch dieses, nicht unter stagnierenden oder schmelzenden,

6.) Die Drumlins werden aus einer fertigen Moränenlandschaft durch einen neuen Eisvorstoß herauspräpariert, der sie überfährt und dem älteren Material die neue charakteristische Form gibt, wobei er gleichzeitig über die geformte Landschaft eine Decke von neuem eigenem Material überstreift.

7.) Die formenden Kräfte sind ausschließlich die Erosions- und Akkumulationskräfte, welche die Grundmoränen- und Beckenlandschaft überhaupt gestalten, in ihrer regelmäßigen Auswirkung.

16. Die Morphologie der Erhebungen in der Kuppenlandschaft.

a) Umriß, Längs- und Querprofil.

Die Idealgestalt der Drumlins entspricht elliptisch oder tropfenförmig gestreckten Hügeln, die durch die Ausgeglichenheit der Oberflächenform gekennzeichnet ist. Der Kulminationspunkt der Rücken ist meist dem proximalen Ende (vom Vereisungszentrum aus gesehen) genähert (EBERL 193o).

Solchermaßen ausgebildeten Formen begegnet man südlich der Argen in dem Gebiet zwischen Wangen und Oberreitnau. Nur vereinzelt erfüllen sie die Besonderheit des verlagerten Kulminationspunktes, welcher sich hier am Südwestende der Rücken befinden sollte. Deutlich verlagert ist er unter anderem bei Kuppen:

nördlich Esseratsweiler	R 5390o/H 7595o,
östlich von Doberatsweiler,	R 5383o/H 7440o,
südlich Doberatsweiler,	R 5280o/H 7394o,
nördlich Obermooweiler,	R 6066o/H 8014o.

Im Gegensatz dazu gibt es aber auch einige, deren Kulminationspunkt am nordöstlichen Ende sitzt:

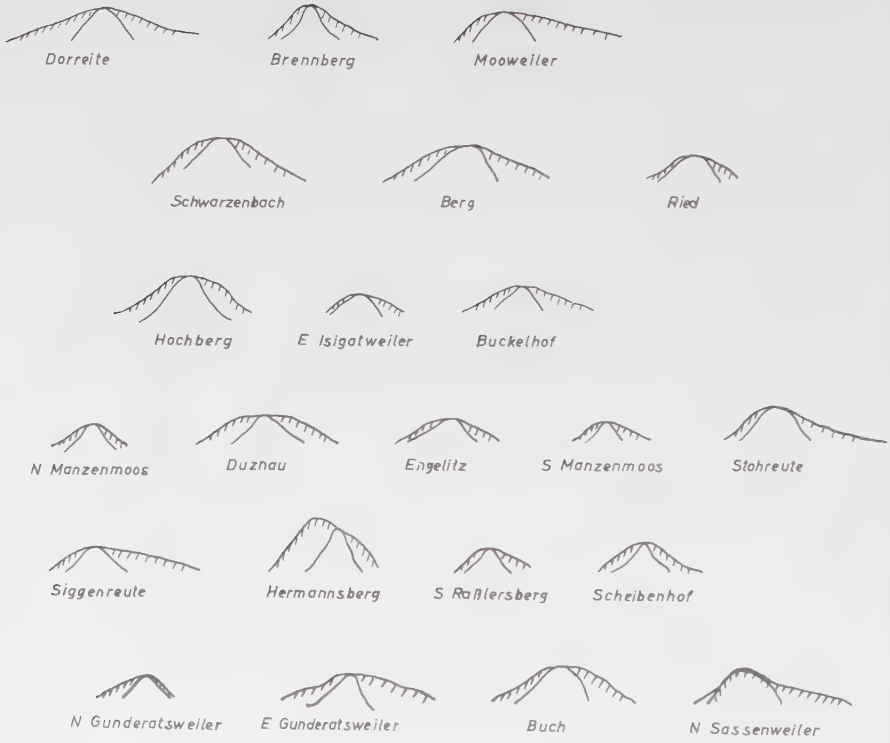
nördlich Gugelis,	R 5594o/H 7533o,
bei Englitz,	R 5518o/H 7574o,
nordwestlich Bahlings,	R 5525o/H 7668o.

Weitere Bildungen verfügen nicht über einen, sondern über zwei Gipfelpunkte:

östlich Englitz,	R 5558o/H 7558o,
bei Stohreute,	R 5292o/H 7624o,
nordwestlich Esseratsweiler,	R 5330o/H 7560o,
nordöstlich Baindt,	R 5582o/H 7725o.

Abb.32 zeigt einen repräsentativen Querschnitt von Längs- und Querprofilen der Hügel zwischen Wangen und Rehlings. Im Längsprofil haben ein Teil der Rücken deutliche Steilhänge im Südwesten und laufen mehr oder weniger flach nach Nordosten aus. Im Querprofil zeigt beinahe jeder Hügel eine Vergenz, die sowohl nach Nordwesten als auch nach Südosten gerichtet sein kann.

Das Gebiet des Neukircher Riedels zwischen Haslach und dem Bollenbachtal enthält Formen, denen eine Orientierung ebenso wie ein einheitlicher Umriß fehlen. Es beginnt am Nordufer der Argen mit geschwungenen Hügelketten, die sich in nördlicher Richtung immer mehr auflösen und schließlich im Bereich Oberrussenried-Gunzenweiler in einzelne kleine aus dem Verband herausgetrennte Kuppen übergehen. Auffällig



Morphologie von Erosionsrücken zwischen Wangen und Lindau

Höhen 2 mm = 10 m
Maßstab 1:25 000

Abb. 32

ist, daß die den Girlanden angehörenden Vollformen zwischen Neukirch und der Argen nur südlich vom Langensee im Sinne der Streichrichtung der Ketten ausgerichtet sind, sonst zum Teil senkrecht oder diagonal zu ihnen lagern. Ovale Grundrisse gehen in eckige über und polyedrische. Hervorstechende Vergenzen der Abhänge sind nirgends mehr zu finden. Längenbetonte, uneinheitliche Formen trägt der zwischen den beiden Argenläufen eingekeilte Riedel westlich Wangen. In seinem Westteil dominieren Nord-Süd-Erstreckungen, im Osten streichen sie mehr NE - SW.

Umschwenkende Längsachsen charakterisieren die Kuppen im Bereich Achberg - Lindau - Wasserburg. Die Hügel sind überwiegend länglich aber unregelmäßig begrenzt, ihre Achsen divergieren von einem zwischen Lindau und Zech ausgehenden Zentrum von NE - SW über N - S bis NW - SE Streichen. Steilhänge auf den Südostflanken treten südlich Weißensberg in Erscheinung.

Die Gegend um Muttelsee und Degersee herum ist gekennzeichnet durch bogenförmige Wälle, die mit zwei, drei und noch mehr Kuppen (maximal acht auf dem Rücken zwischen Atlashofen und Bechtersweiler) gekrönt sind.

Im Gebiet zwischen Lindau - Kreßbronn - Oberreitnau begegnet man keilförmig gestalteten Vollformen in SE - NW Ausdehnung, deren Gipfel in die von schroffen Hängen umgebenen Südostteile verschoben sind. Häufig läuft das breite Nordwestende in fahnenartigen Verlängerungen aus.

Im Grundriß rautenförmig bis prismatisch gestaltete und auch polyedrische Hügel überziehen das Hochgebiet zwischen Bollenbach und Schussental. Unterschiedliche Hangneigungen und exzentrische Gipfellagen sind nicht vorhanden.

Zusammenfassung:

Die Kuppenlandschaft läßt sich in mehrere Zonen aufgliedern, für die Orientierungen in der Längserstreckung, polare Gipfellagen, Vergenzen der Abhänge und besondere Umrisse typisch sind.

Die für Drumlins geforderte elliptische oder tropfenähnliche Form wird statistisch durch eine Minderheit vertreten. Unter dem Gesichtspunkt ihrer Form dürfte man somit lediglich einen geringen Prozentsatz der Hügel als ideale Drumlins bezeichnen. Das Gros hingegen präsentiert reiche Formenvarianten.

b.) Höhe, Länge und Breite der Kuppen.

Die Angaben über die Ausmaße von Drumlins bewegen sich in der Literatur für die Breite zwischen 1oo und 3oo Metern, für die Länge zwischen 2oo und 4oo Metern und für die Höhe zwischen 1o und 5o Metern. (EBERS 1937, HOLE 197o, WOLDSTEDT 1954, 1958 u.a.).

Im Allgäu variieren die Maße bei der Länge der Rücken zwischen 2oo und 12oo Metern, bei der Breite zwischen 1oo und 4oo Metern, bei der Höhe zwischen 1o und 5o Metern.

Es ist nun naheliegend zu prüfen, ob die Regionen mit verschiedenen Hügeltypen auch durch unterschiedliche Maße zu trennen sind. Da bei den polyedrischen Formen Länge und Breite nicht mehr unterschieden werden können, läßt sich der Versuch am besten mit der Ermittlung der Höhe durchführen.

Es ergeben sich folgende Werte für die einzelnen Gebiete, die im Schema Abb.33 aufgezeichnet wurden:

Gruppe 1

Hochgebiet südwestlich Wangen, zwischen Oberer und Unterer Argen. Unorientierte Hügel, teilweise längenbetont.
Gesamtzahl: 57
mittlere Höhe: 13,1 Meter.

Gruppe 2

Bereich südlich der Argen. Orientierte Hügel. (Gemessen wurde in 6 Streifen mit je 2 Kilometer Breite, senkrecht zur Längsachse der Hügel NW - SE streichend. Der nördlichste Sektor, Nr. 1, beinhaltet das Gebiet Schwarzensee - Wolfatz - Obere Argen. Die übrigen Sektoren schließen nach Südwesten an).

Sektor :	1	2	3	4	5	6
Gesamtzahl:	17	18	22	29	39	6o
mittl. Höhe:	14,6 m	14,7 m	12,6 m	14,8 m	16,3 m	19,8 m

Für die ganze Gruppe zusammen:

Gesamtzahl : 185
mittlere Höhe: 15,5 Meter

Gruppe 3

Bereich Haslach - Schwarzach - Bollenbachtal - Argen: Neukircher Riedel. Unterteilt in zwei Sektoren, deren Ost-West Grenze über Neukirch verläuft. Südsektor mit Hügelketten, sonst unorientierte Kuppen.

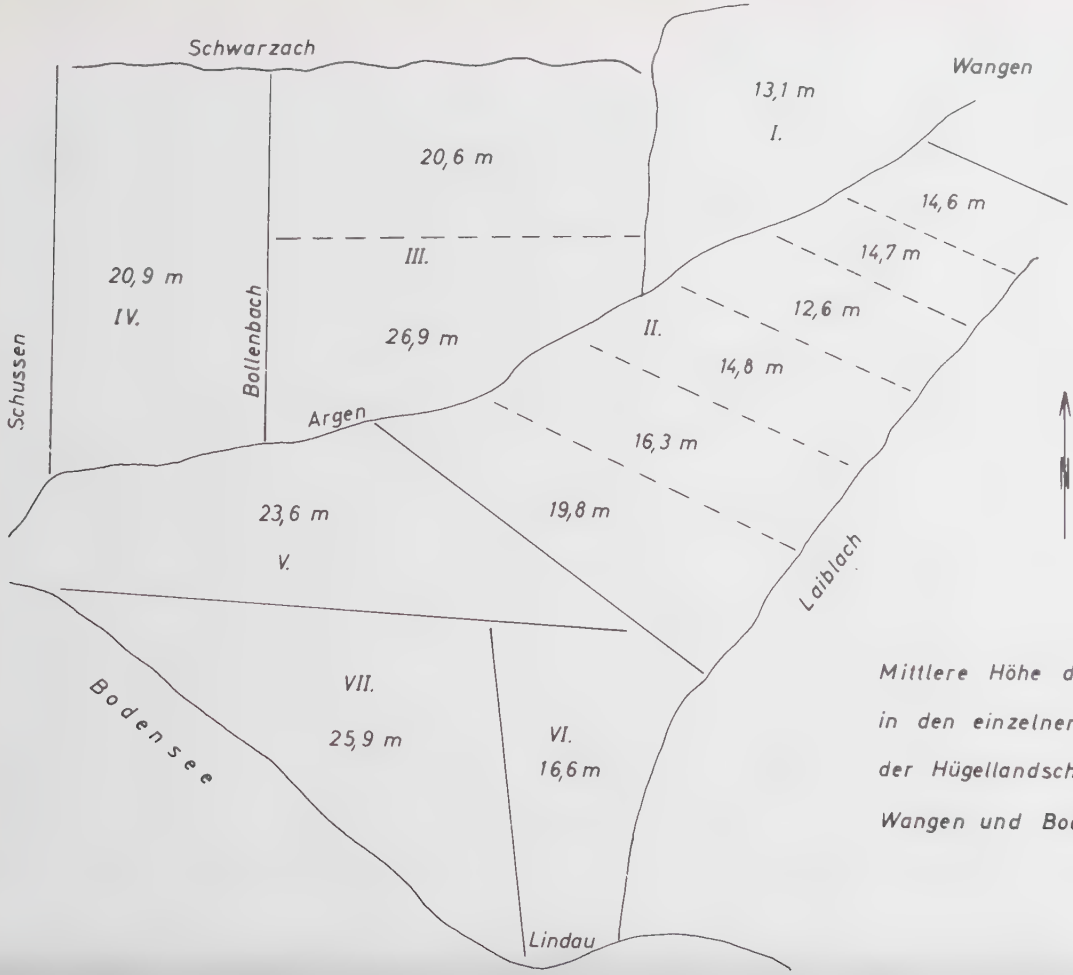


Abb. 33

Mittlere Höhe der Kuppen in den einzelnen Zonen der Hügellandschaft zwischen Wangen und Bodensee.

	Sektor 1 (Nordteil)	Sektor 2 (Südteil)
Gesamtzahl :	71	41
mittlere Höhe:	2o,6 m	26,9 m

Für die ganze Gruppe zusammen:

Gesamtzahl : 112
Mittlere Höhe: 23,7 Meter

Gruppe 4

Hochgebiet zwischen Schussen- und Bollenbachtal. Unorientierte Hügel.

Gesamtzahl : 57
mittlere Höhe : 2o,9 Meter.

Gruppe 5

Raum Kreßbronn - Argen - Doberatsweiler - Oberreitnau. Gebogene Hügel, längsgerichtet.

Gesamtzahl : 93
mittlere Höhe : 23,6 Meter

Gruppe 6

Raum Lindau - Oberreitnau - Weißensberg. Orientierte Hügel, N bis NE gerichtet.

Gesamtzahl : 4o
mittlere Höhe : 16,6 Meter.

Gruppe 7

Raum Lindau - Oberreitnau - Kreßbronn. Längenbetonte Hügel, NW - SE gerichtet.

Gesamtzahl : 44
mittlere Höhe : 25.9 Meter.

Bezogen auf das ganze Kuppengebiet: Gesamtzahl: 588
mittlere Höhe : 2o,o Meter

Die niedrigsten Durchschnittswerte enthält der Riedel westlich Wangen (Gruppe 1; 13,1 Meter). Kontinuierliche Höhenzunahme nach Südwesten ist südlich der Argen zu verzeichnen (Gruppe 2; 14,6 - 19,8 Meter). Der Bereich zwischen Degersee und Lindau, sowie der Südteil des Neukircher Riedels trägt die höchsten Kuppen (Gruppen 3, 5, 7; 23,6 - 26,9 Meter im Schnitt). Der Bereich zwischen Bollenbach- und Schussental ist mit Durchschnittswerten vertreten (Gruppe 4; 2o,9 Meter), während die Gegend Lindau - Weißensberg nur geringe Durchschnittshöhen von 16,6 Meter aufweist (Gruppe 6).

Die Höhenmessungen zeigen, daß mit der Typentrennung der Erhebungen keine besonderen Höhenunterschiede verbunden sind. Die Hügel mit Längenbetonung sind sowohl hoch als auch flach, das gleiche trifft auch für die polyedrischen Formen zu. Die Übersicht liefert lediglich den Hinweis, daß die durch-

schnittliche Höhe der Kuppen auf der Westhälfte des Gebietes größer ist als auf der Osthälfte. Bezogen auf das Gefälle der Landschaft ist das Ergebnis ebenso unbefriedigend. Bereiche, in denen der Untergrund nicht oder nur wenig geneigt ist, haben sowohl geringe als auch große Höhen. Bei stärkerem Gefälle ist es nicht anders.

Was läßt sich daraus hinsichtlich der Drumlins ableiten?

Für die Dimensionen der Drumlins sind eine Reihe von Faktoren wichtig: Schubkraft des Gletschers, die Menge des mitgeführten Materials, Sedimente des Untergrundes, Strömungsgeschwindigkeit des Eises, Neigung des Untergrundes, der Standort der Drumlins hinsichtlich des Gletscherrandes ....

Die ermittelten Meßdaten stellen in dieser Hinsicht nicht zufrieden. Man könnte erwarten, daß in den Tiefgebieten andere Höhen vorliegen als auf den Riedeln, daß kontinuierliche Höhenänderungen erfolgen, wenn man sich vom Zentrum des Gletschers der Peripherie entgegenbewegt. Tatsächlich halten sich die hier gefundenen Werte aber nicht an solche Gesetzmäßigkeiten.

Zusammenfassung:

In ihren Dimensionen bewegen sich die Hügel innerhalb der Grenzen, die auch denen der Drumlins eigen sind. Spezielle Formentypen können zu verschiedenen Gruppen zusammengefaßt werden. Die Höhe der Kuppen bleibt davon aber ziemlich unberührt. Sie steht weder im Zusammenhang mit der Form der Rücken noch mit ihrem Standort oder der Neigung des Untergrundes.

c.) Kleinmorphologie der Kuppen.

Im Kuppengebiet beobachtet man Terrassen und Erosionskanten ähnlich wie im gesamten Bereich innerhalb der maximalen Würm-Randmoräne.

Als stufenartige Bildungen nehmen sie nur wenige Meter Raum ein, sind oftmals nur 2 bis 3 Meter hoch und meist horizontal angelegt. Mitunter liegen mehrere Terrassen übereinander, maximal können es bis zu drei werden. Ihre Lage an länglichen Rücken ist nicht an bestimmte Hangseiten gebunden. Sie befinden sich ebenso an den steilen Stirnseiten wie auch auf den flacheren lang ausgezogenen Flanken. Genausowenig halten sie sich an bestimmte Höhenlagen. Im Extremfall bildet die Terrasse den Scheitel eines Hügels, beispielweise westlich Esseratsweiler (R 5342o/H 7511o).

Unter dem Begriff Erosionskanten sind meist 2 Meter hohe bis über 1oo Meter lange steile, manchmal fast senkrecht abfallende Böschungen, die nicht Teil einer Terrasse sind, zu verstehen. Die Mehrzahl der Erosionskanten umgibt die Hügel an ihrem Fuß, nur wenige Meter über der Talsohle. Sie sind besonders gut südwestlich von Neu-Ravensburg zu beobachten. Ebenso wie die Terrassen haben sie sonst keine bevorzugten Lagen, treten in parallelen Staffeln bis zu vier, fünf an der Zahl auf und zerteilen den Scheitel der Kuppen genauso wie ihre Flanken. Bisweilen setzen sie mitten in einem Hang ein und enden 2o, 3o Meter weiter, ohne daß irgendwo eine Fortsetzung sichtbar wäre. Sie überqueren als schräge Kante einen Vorsprung oder zerteilen eine Einbuchtung, ohne sich von größeren Geländeformen beeinflussen zu lassen.

W.SCHMIDLE (1914) beschreibt Erosionskanten im Konstanzer Raum und führt sie auf Gletschererosion zurück. Das bewegte Relief der Hügellandschaft und die häufige Anlage der Kanten am Fuße der Erhebungen im Allgäu sprechen aber gegen Eiseinwirkungen.

Wie durch Schürfe festgestellt wurde, sind die Erosionskanten nicht durch Sedimentwechsel bedingt. Es handelt sich um Formen, die das vom Eisrand abfließende Schmelzwasser schuf.

Die hier beschriebenen Kleinformen können nicht durch Eiseinwirkung entstanden sein, da Stauchungen, Anlage von Grundmoränenmaterial und andere Hinweise fehlen. Demgegenüber tragen Drumlins Merkmale von Eisschurf- und-bewegung, was auch durch die Betonung der Stromlinienform zur Geltung kommt. Einwirkungen subglazialer Bäche dürfen nur in begrenztem Umfang existieren und müssen durch für sie typische Erosionsformen belegbar sein. Nirgends findet man aber solche Anzeichen (Tunneltäler, Auskolkungen), ebensowenig beispielsweise Oser als Zeugen subglazialer Sedimentation.

Zusammenfassung:

Die Hügel tragen zahlreiche Spuren von Überarbeitung durch subaerisch fließendes Wasser. Terrassen und Erosionskanten, verschieden in Lage und Neigung angeordnet, weisen eindeutig auf Umgestaltung durch Schmelzwasser nach der Ablagerung hin. Das entspricht Verhältnissen am Gletscherrand. Die für subglaziale Bedingungen charakteristischen Geländeformen fehlen oder sind inzwischen Opfer intensiver Erosion geworden.

17. Geologischer Aufbau des Hügellandes.

Die durch das Tertiär bedingte Großgliederung wurde durch die einzelnen Gletschervorstöße verfeinert. Dadurch entstand eine Kuppenlandschaft mit Riedeln und Tiefgebieten. Die Eisbewegungen sorgten einerseits für eine stärkere Konturierung des Gebietes, andererseits glichen sie mit ihren Sedimenten Unebenheiten wieder aus. Schmale Rinnen, die der Schubrichtung des Eises zuwiderliefen wurden manchmal zu Sedimentfallen, in denen altes Material früherer Vorstöße erhalten blieb. Sie wurden mit Grundmoräne überdeckt und unter besonders günstigen Umständen von den Flußsystemen der Warmzeiten nicht vollständig ausgeräumt, sondern im Profil angeschnitten.

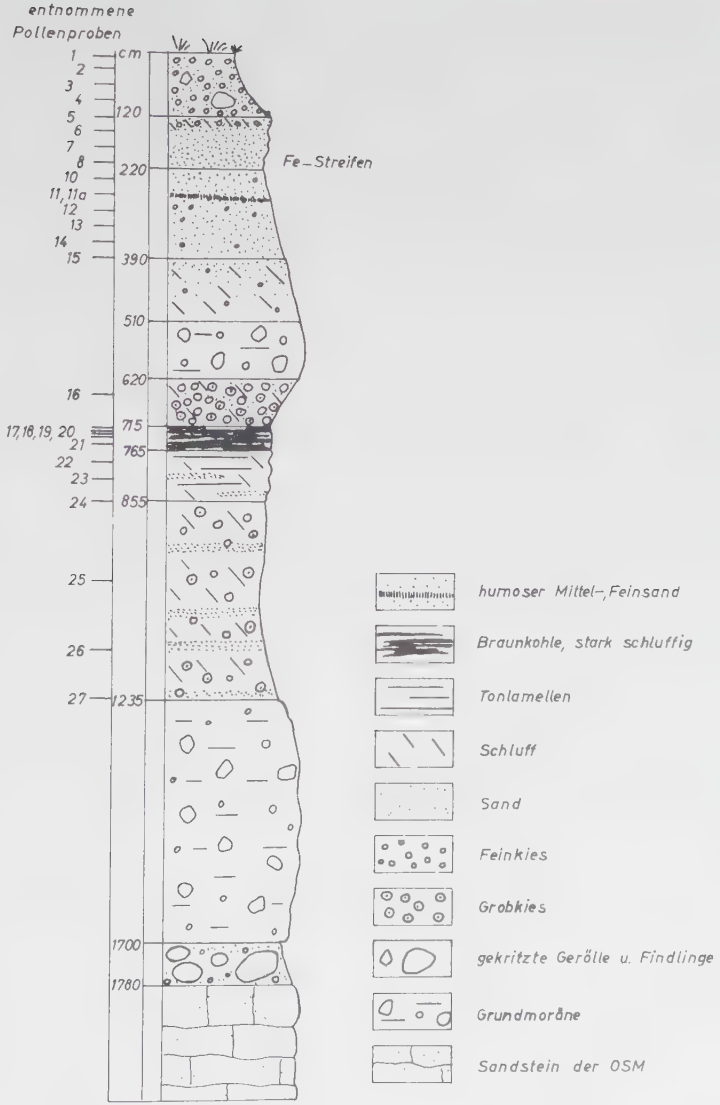
Der Flunauer Sack.

Im Flunauer Sack unweit Achberg durchquert die Argen eine Hohlform an der Obergrenze der Tertiärschichten, welche mit vorhochwürmzeitlichen Sedimenten verfüllt ist. SCHMIDT (1911, 1914) wies auf sie hin. Es handelt sich dabei um einen mächtigen Steilhang im linken Argenufer, welcher meistens durch Hangrutsche schwer zugänglich und nur teilweise aufgeschlossen ist. Aus diesem Grund bestanden bisher Unklarheiten hinsichtlich der Zusammensetzung der Sedimente und ihres Alters. Im Jahre 1970 waren die Witterungsumstände so günstig, daß es gelang, ein fast 18 m mächtiges Profil aufzunehmen und eine Reihe Proben für palynologische Untersuchungen zu bergen (Profil Abb.34).

Prof.FILZER, Tübingen, war so freundlich, die Pollenuntersuchungen vorzunehmen. Sie führten zu folgenden Ergebnissen, beschrieben vom Liegenden zum Hangenden:

"Probe 27 - 25: Nur vereinzelte Körner, meist Bruchstücke von Kiefer und Fichte (in Probe 27 ein Erlenkorn), wohl Sekundärmaterial.

Probe 24: Bei geringem Pollengehalt 18 Nichtbaumpollen (NBP), fast ausschließlich Riedgraspollen und 4 Kiefernpollen. Ferner bezeichnenderweise 100 Sporen des dornigen Moosfarns (Selaginella selaginoides), eines subarktischen Florenelementes. Selag. ist in spät- und frühglazialen Schichten des Alpenvorlandes nicht selten; in solchen Mengen wie hier fand ich ihre Sporen



Profil am Argenprallhang im Flunauer Sack.

(Maßstab 1:100)

Abb. 34

jedoch bisher nur in den riß-spätglazialen Mergelschichten des Pfefferbichl bei Füssen. Zeitgleichheit von Flunau-Probe 24 mit Riß-Spätglazial daher möglich, aber nicht sicher.

Probe 23: Offenbar ebenfalls spätglazial: Beginnende Wiederbewaldung mit Kiefer, Birke und Weide (ähnlich wie im Würm-Spätglazial), Fichte hier wohl Irrgänger. Wald noch sehr locker NBP % 84!). Selaginella im Rückgang begriffen.

Probe 22, 21: Vorübergehende Zunahme des BP-Anteils auf 41 % (Kiefernphase), in

Probe 2o: wieder auf 18 % zurückgehend. Ein solcher vorübergehender Waldvorstoß (analog dem Bölling oder Alleröd des Würm-Spätglazials) ist bisher in den Eem-Diagrammen des Alpenvorlandes in der "Anlaufszeit" nicht festgestellt worden. Daß es sich um eine Spätphase (Übergang zu einer folgenden Kaltzeit, etwa beginnendes Würm) handeln würde, ist unwahrscheinlich weil Fichte fehlt und erst weiter oben in Probe 18 plötzlich dominiert.

Probe 19: Wald der Proben 2o und 19 also wieder sehr locker, "Parktundra". Diese wird außer durch den hohen Prozentanteil der NBP auch durch die Wiederzunahme der Sporen von Selaginella auf 17 % in Probe 2o nahegelegt.

Probe 18, 17: Unvermittelt fast geschlossener Fichtenwald mit etwas Kiefer. Sofern die vorausgehende Probe 19 eine Frühphase darstellt (wie begründet), muß zwischen 725 cm (Probe 19) und 715 cm (Probe 18) ein langer Hiatus liegen, der die ganze Warmzeit umfassen würde; denn die Fichte dominiert jedenfalls im Eem des Alpenvorlandes erst gegen Ende der Warmzeit.

Probe 16 - 14: Praktisch pollenleer.

Probe 13 - 11a: Wieder etwas gelockerter Nadelwald, Fichte dominiert, Kiefer zurückgehend, Tanne vorhanden aber bedeutungslos, wenig Birke, kaum Warmpollen, etwas Selaginella.

Insgesamt also das Bild eines interstadialen Waldes mit kühlfeuchtem Klima. Falls die gesamte Schichtfolge Riß - Würm ist, entweder Würm-Interstadial oder auch Ausschnitt aus der Kiefern-Fichten - Kampfzeit, die nach meiner Auffassung als Schlußabschnitt des Eems der eigentlichen Würm-Kaltzeit vorausging.

Die Einordnung des gesamten Pakets von Probe 27 bis 11a in das Mindel-Riß-Interglazial ist pollenanalytisch nicht diskutabel (Tanne fehlt praktisch), aber auch das Riß-Würm Interglazial ist nicht zu sichern.

Probe 1o - 1 : Enthalten, soweit untersucht,(Probe 11, 8, 7, 5, 3) nur geringe Mengen von Sekundärpollen (eventuell eingeschwemmte Rezentpollen."

Bemerkenswert ist an dem Profil Abb.34, daß zwischen den Proben 19 und 18 weder ein Fazieswechsel noch eine Diskordanz zu verzeichnen ist, daß somit die ganze Warmzeit auf eine Schichtmächtigkeit von 1o Zentimetern beschränkt bleibt. Die den schluffigen Braunkohlehorizont überdeckenden sandigen, schwach schluffigen Grobkiese erwiesen sich als pollenleer und waren im Anstehenden von Grundwasser durchfeuchtet.

Zusammenfassend läßt sich feststellen: Die Grundmoräne über dem Tertiär ist mit einiger Sicherheit zumindest rißzeitlich. Die darüber anschließenden schluffigen Kiese, sandig-schluffigen Tone und Braunkohle-Schluffe beinhalten eine Warmzeit, der das Riß-Würm-Interglazial entsprechen würde. Kurz darüber (im Profil von 62o bis 51o Zentimeter) zeichnet sich bereits ein Würm-Vorstoß ab.

Etwas weiter oberhalb des Profils ist im Hang wieder Grundmoräne aufgeschlossen, darüber folgen schluffige Kamesablagerungen und im Niveau der auf Regnitz zulaufenden Mulde steht noch einmal Grundmoräne an. (R 5459o/H 7752o). Ihre Anlage könnte dem jüngeren Würm-Vorstoß zukommen.

Die Fortsetzung der Rinne im tertiären Sandstein ist ungewiß; denn im weiteren Verlauf der Argen ist sie nicht mehr aufgeschlossen.

Der Aufschluß bei Lochmühle im Haslachtal.

M.SCHMIDT (1914) glaubte eine zeitliche Gleichstellung der Sedimente vom Flunauer Sack und denen der Lochmühle im Haslachtal annehmen zu können. Der inzwischen vergrößerte Abrutsch im Steilhang der Haslach ermöglicht jetzt eine gründlichere Untersuchung. Über der Talsohle steht eine 2 bis 3 Meter mächtige Grundmoräne mit oberflächiger Gelbfärbung an. O.FRAAS (1883) schrieb die Färbung einem großen Alter zu. Sie rührt jedoch von dem aus den überlagernden Kiesen austretenden Grundwasser her. Der durch Mineralausfällung veränderte Bereich bildet eine etwa 1o-2o Zentimeter dicke Schicht, unter der das Grundmoränenmaterial blaugrau ist und die gleiche

'frische' Beschaffenheit hat wie andernorts auch.

Die kreuzgeschichteten Schotter über der Grundmoräne enthalten reichlich grobe Geröllagen mit Durchmessern bis zu 2o Zentimeter und darüber, sind sandig, selten schluffig. Die Gerölle sind gut gerundet und sortiert. An ihrer Basis befindet sich ein Anreicherungshorizont aus Blöcken (Ø bis über 5o Zentimeter), wahrscheinlich Ausspülungen der erodierten Oberfläche der Grundmoräne. Den Abschluß der Schotter bilden Nagelfluhverkittungen aus Geröllen von etwas geringerer Größe. Über dem Kiespaket von 6 bis 7 Metern Mächtigkeit liegt eine o,5 bis 1 Meter dicke feinsandigetonige Schicht, die zugleich den oberen Abriß des Hanges bildet. In den nachgesackten Hangschollen endet das Profil mit Grundmoräne.. Man kann sie in der Geländestufe weiter landeinwärts verfolgen, wo sie die Talsohle zwischen den Hügeln bildet. (R 5558o/ H 8111o).

Nichts deutet darauf hin, daß die Kieslage, wie SCHMIDT (1914) meint, interglazial entstanden ist. Die Schotter können ebenso gut interstadial während oszillatorischer Bewegungen des Gletschers abgelagert worden sein. Auch besteht kein Grund, die untere Grundmoräne in die Rißzeit zu verlegen.

Die Nagelfluh-Kiese lassen sich noch nach Süden in den Schmeckenberg und nach Osten in der gegenüberliegenden Talseite weiter verfolgen.

Abseits vom Argental sind die Aufschlüsse nur spärlich vorhanden und liegen meist weit voneinander entfernt. Es ist daher recht schwierig, für kleine lokale Bereiche, wie sie die Hügel nun einmal darstellen, Aussagen über die Zusammensetzung zu machen.

Unter Berücksichtigung dieser ungünstigen Situation ist es nur zu verständlich, wenn man sich bei der Deutung der Landschaftsgeschichte in erster Linie an die vergleichende Beobachtung der Morphologie der Hügel hält und von ihr aus die Genese zu klären versucht. Will man aber prüfen, ob die Hügellandschaft des vorliegenden Raumes eine Drumlinlandschaft ist oder nicht, so reicht das nicht aus. Wie die vorausgehende morphologische Auswertung der Kuppen zeigte, konnten auf diesem Weg keine bindenden Kriterien gefunden werden.

Da Drumlins in letzter Konsequenz nur in Verbindung mit ihrem inneren Aufbau als solche zu bestimmen sind, muß man sich an die Ergebnisse halten, welche die wenigen Aufschlüsse vermitteln und diese, solange sich die

Verhältnisse nicht bessern, als in ihrer Aussage ausschlaggebend werten.

Hinweise auf den Aufbau der Hügel.

Nachfolgend werden lokale Gegebenheiten erläutert, wie sie in Kiesgruben, Ausschachtungen, Gräben usw. zu erkennen waren. Den Abschluß bilden eine Reihe von künstlich angelegten Schürfen an solchen Stellen, die zur Klärung der Drumlinfrage besonders erfolgversprechend schienen.

Im Riedel westlich Wangen konnte an einigen Stellen Grundmoräne nachgewiesen werden. Entlang der Unteren Argen bildet sie die Verflachung über den Steilufern. Im Tälchen neben der Straße Nieraz - Humbrechts reicht sie bis zum Gehöft Hochstatt (R 6067o/H 8432o). Ebenso wird sie im Bachufer südwestlich Humbrechts angeschnitten.

Im Gegensatz zur Unteren Argen reichte die Tiefenerosion der Oberen Argen zwischen Wangen und Neu-Ravensburg nicht bis in tertiäre Schichten hinab. Sie legte aber Grundmoräne frei, die sowohl im Flußbett selbst als auch in den Terrassenstufen ansteht. Zum Beispiel bei Jussenweiler (R 5987o/H 8056o) im Prallhang südwestlich Schuppenberg (R 5919o/H 7948o), bei der Argenbrücke zwischen Hiltensweiler und Reute (R 5827o/H 7959o), in der Terrassenkante bei Maierhalden (R 5752o/H 7907o), im Argenprallhang nordwestlich Neu-Ravensburg (R 5667o/H 7811o). Etwas weiter flußabwärts vom letzten Aufschluß wölbt sich das Tertiär auf kurzer Strecke im Waldgebiet Laizen auf und wird an den Ufern sichtbar (R 5634o/H 7856o). Alsbald aber ist das Ende des Rückens erreicht; denn bei der Argenbrücke zwischen Grub und Strohdorf senkt sich die Grundmoräne wieder bis ins Flußbett hinab (R 5619o/H 7850o).

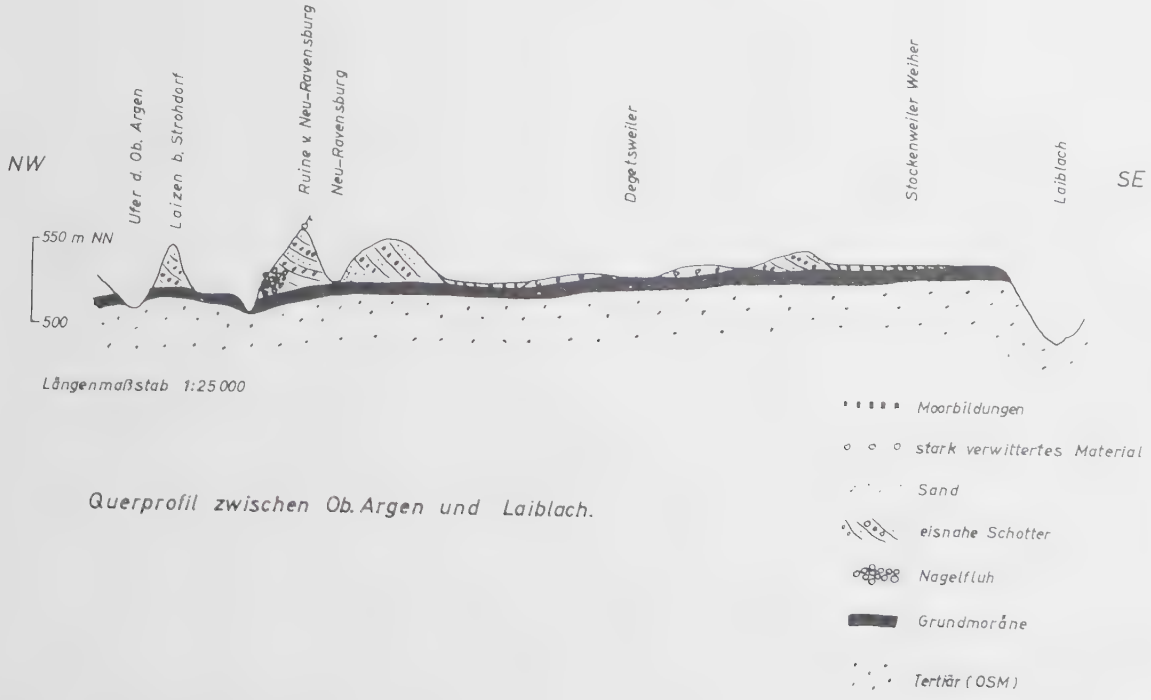
Über längere Strecken hinweg wurde in der parallel zur Oberen Argen fließenden Laiblach zwischen Hergatz und Stockenweiler Tertiär mit überlagernder Grundmoräne freigewaschen. Bei Nützenbrugg steht sie flächig an und wird auf den Äckern angepflügt. Verschiedentlich wurde sie bei Drainagearbeiten in der Nähe von Ober-Mooweiler und Wolfatz in den Niederungen wieder angeschnitten. Aufschlüsse befinden sich im Schwarzenbach östlich Ferdishof (R 5881o/H 7890o).

Damit ist die Grundmoränendecke in den Niederungen nachgewiesen. (Als Wasserstauer begünstigte sie auch die große Moorbildung des Degermoos und bewirkte die Versumpfung beinahe jeden Teiles in diesem Raum).

Einige Aufschlüsse in den höheren Bereichen und an den Abhängen der Kuppen ermöglichten die Klärung, ob die Grundmoräne, die in den Niederungen dem Tertiär aufliegt, unter den Kuppen hindurchzieht oder über sie hinweggeht.

Der Hügel zwischen Reute und Ferdishof wurde von einer Firma auf Kiesvorkommen prospektiert. Man legte zu diesem Zweck mehrere Schürfe an, die teilweise noch erhalten sind. Die kleine Kiesgrube bei dem Gehöft Bachhofen führt grobe gerundete aber schlecht sortierte Schotter mit Geröllduchmessern bis über 2o Zentimeter. (R 588oo/H 7916o). Ein weiterer Schurf enthält den gleichen Sedimenttyp, nur daß hier einige Gerölle schwach gekritzt sind. Die Schüttung erfolgte nach Norden (R 5866o/ H 7911o). Hier wie dort ist die Verwitterungsdecke nur wenige Dezimeter mächtig und deutet durch nichts auf eine Grundmoränenüberkleidung des Untergrundes hin. Unweit des Kulminationspunktes der Erhebung wurde ein größeres Areal maschinell flach abgetragen. Auch hier zeigte sich keine Grundmoräne, sondern blockreiches, ausgewaschenes Schmelzwassermaterial. Wie aus den Aufschlüssen ersichtlich, ist der Hügel kein Drumlin, sondern ein aus eisrandnahen Sedimenten aufgebauter Rücken. Er entstand als Schmelzwasserbildung der letzten Vereisung.

Die Bundesstraße 18 liegt zwischen Neu-Ravensburg und dem Neu-Ravensburger Weiher auf Grundmoräne, die dort bei Ausschachtungsarbeiten für eine Fabrikhalle gut aufgeschlossen war. Nach Norden senkte sie sich um gut fünf Meter ab und war kurzfristig in einer kleinen Baugrube unmittelbar am Fuße der Erhebung mit der Ruine zu sehen. Die Lagerung war verhältnismäßig horizontal, d.h. um nicht mehr als 5 Grad nach Süden ansteigend. Über der Grundmoräne folgte eine 3o Zentimeter mächtige Mittelkiesschicht, darüber Grobkiese mit wechselndem Sandgehalt. Ihrer Dachziegellagerung entsprechend wurden sie nach Süden geschüttet. (R 57o6o/ H 7776o). Es muß sich bei dem Kies um Reste von Schotterkör-



Querprofil zwischen Ob. Argen und Laiblach.

Abb. 35

Weinhold 72

pern handeln; denn die Baugräben weiter südlich führen in gleicher Höhe schlecht sortierte grobe, schluffige eisrandnahe Schotter. Sie bauen die ganze Erhebung auf und sind mehrfach aufgeschlossen gewesen. Lediglich der Südwestteil besteht an der Basis (wenige Meter über dem Seespiegel) aus ungeschichtetem braunem Grobsand,mit großen Findlingen (Ø bis 8o Zentimeter). Womöglich sind sie Überbleibsel von ausgewaschenem Moränenmaterial. Die Blöcke waren ungekritzt, nicht eingeregelt und nur mäßig gut gerundet.

Die Ruinen-Kuppe nordwestlich Neu-Ravensburg enthält ringsum am Fuß Grundmoräne. Wie eine kleine Baugrube (s.o.) zeigte, setzt sie sich in den Berg hinein fort.

Folgt man dem Weg neben dem gratähnlichen Südausläufer zur Ruine hinauf, begegnet man mehrfach kleinen Abrissen, in denen schluffreiche Ablagerungen mit scharfkantigen Gesteinsstücken anstehen, wie sie in Grundmoränen nicht enthalten sind.

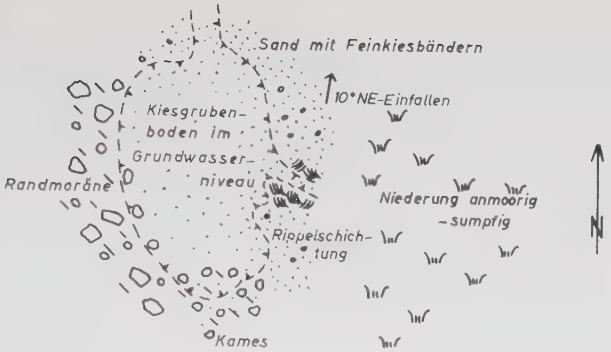
Die an der Nordwestflanke herausgewitterten mächtigen Nagelfluh-Kiese werden im Hangenden nicht von Grundmoräne überdeckt.

Für die Landschaftsgeschichte bedeutet das, daß die Grundmoräne als Ältestes während der Gletschertransgression abgelagert wurde, die Kuppen aber Bildungen der Gletscherregression ihr aufgesetzt wurden und jünger sind, wie im Profil Abb.35 zu sehen ist.

Die gute Rundung und Sortierung der fluvialen Schotter nordwestlich Schwarzenbach weist auf Ablagerung in einiger Entfernung vom Eis hin.

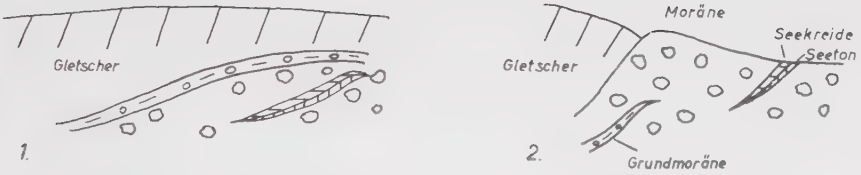
Die Gleichaltrigkeit der Nagelfluhpartien in der Ruinen-Kuppe von Neu-Ravensburg und der alten Kiesgrube in den fluvialen Kiesen bei Ferdishof ist nicht gewährleistet. (R 5853o/ H 7885o).

Im Gebiet südlich Neu-Ravensburg bleiben noch einige wenige Grundmoränenaufschlüsse zu nennen; östlich Doberatsweiler im Ach-Tal (R 5365o/ H 7425o), im Tälchen westlich Dentenweiler, in der Niederung zwischen Roggenzell und Moos und am südlichen Ortsausgang von Bechtersweiler.



Länge der Kiesgrube ca. 40 m

Lageplan



Überfahren und Verstellen einer älteren Seebildung mit anschließender Erosion.

Deutungsversuch der Situation westlich Rudenweiler.

(Profil WSW—ENE streichend)

Weinhold 72

Abb. 36

Interessante Sedimentationsverhältnisse konnten westlich Rudenweiler in einer kleinen Kiesgrube beobachtet werden, die aber nur kurze Zeit unverschüttet blieb.(R 5o96o/ H 7631o). Auf den Raum von nur ca. 5o Metern zusammengedrängt lagen fast alle möglichen Sedimente des Gletscherrandes, wie auf dem Lageplan in Abb.36 abgebildet.

Der Westrand der Kiesgrube enthielt unsortiertes, kantiges und schluffreiches mit Findlingen durchsetztes Moränenmaterial. Im Süden vollzog sich fast unmerklich der Übergang in geschichtete Kameslagen und enthielt im Grenzbereich zwischen Kames und Moräne schwache Stauchungen. Der Kiesgrubenboden reichte bis ins Grundwasserniveau hinab. Nach Aussage des Baggerführers erreichte man bei Bohrungen etwa 1 bis 2 Meter tiefer Grundmoräne. Vor den Kamessedimenten lagerte ein breiter Schwemmfächer aus dünngeschichtetem Sand mit gelegentlichen Kiesbändern und -linsen und nahm den Ost- und Nordflügel der Kiesgrube ein. An den Rändern einer kleinen Einfahrt von Osten her in die Kiesgrube waren durch Auswehung Zonen mit Rippelschichtung aufgeschlossen worden. Der Rand der Sandaufschüttung ging schließlich über in Sumpfgelände.

In einiger Entfernung stößt die sumpfige Niederung gegen den Fuß des Buch-Berg, der die Lokalität hufeisenförmig im Süden umgibt. Dort sind in einer künstlichen Böschung zwischen Kamesmaterial eingelagerte Seetone und Seekreide mit südwestlichem Einfallen aufgeschlossen.

Ein Deutungsversuch zur Entstehung der Sedimente ist dargestellt in Abb.36

Bei einem Gletschervorstoß wurden Seesedimente gestaucht und überfahren. Das Schmelzwasser der Abtauphase erodierte einen Teil der Seeablagerungen und ihrer glazialen Überdeckung, so daß das Profil in der o.a. Böschung sichtbar wurde. Der Bereich der Kiesgrube wurde erst geschaffen als das Eis in einiger Entfernung seine Randsedimente aufschüttete.

Der Südteil des Neukircher Riedels mit seinen bogenförmig aufgereihten Hügeln ist zwischen Wildpoltsweiler und Oberlangensee durch zwei in neuerer Zeit erweiterteKiesgruben erschlossen worden. Die kleinere Kiesgrube (R 5177o/

H 7885o), an der Straße zwischen Oberlangensee und Wildpoltsweiler gelegen, enthält schräg geschichtetes Schmelzwassermaterial mit wechselndem Schluffanteil. Die Geröll sind sowohl kantig als auch gerundet und mangelhaft sortiert. Kritzen treten häufig auf. Dieselbe Sedimentbeschaffenheit weist auch die etwas höher gelegene Kiesgrube am Tann-Berg bei Wildpoltsweiler auf. (R 512oo/H 7932o). In die Ost bis Südost gerichtete Schüttung fügen sich auch größere Findlinge mit Durchmessern von 6o Zentimetern und mehr ein. Die Verwitterungsdecke über dem Aufschluß beträgt knapp o,5 Meter und beinhaltet die gleichen Komponenten wie das frische Anstehende.

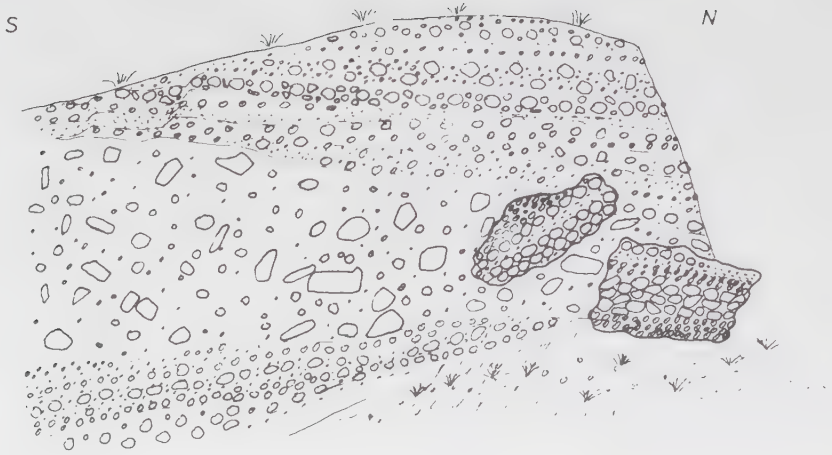
Überwiegend horizontal in Eisnähe abgelagerte Schotter mit schlechter Sortierung, vielen gekritzten Geröllen und Findlingen wurden westlich der Ruine Ebersberg abgebaut. Im Südteil des Aufschlusses verzahnten sich Sedimente mit Moränenmaterial, an dessen Außenrand mitgeschleppte Nagelfluhblöcke vorgeschoben worden waren. (R 5319o/H 83o9o). Abb.37. Die etwas erhöht in der Landschaft liegenden Sedimente sind mittlerweile gänzlich abgebaut worden.

Westlich von Hinter-Essach begegnet man in einer kleinen, fast vollkommen zugewachsenen Kiesgrube noch einmal einem Moränenrest (R 5256o/H 8212o). Es handelt sich um nach Nordwesten aufgestauchte Kamessedimente.

Die geringe Anzahl der Aufschlüsse in der Kuppenlandschaft gab den Anstoß dazu, Schürfe in den Gipfelzonen der Kuppen anzulegen, um dort nach einer eventuellen Grundmoränenüberlagerung zu suchen.

> Um Gräben mit einigermaßen ausreichender Breite und Tiefe auszuheben, bedurfte es der Verwendung eines Löffelbaggers. Am günstigsten erwies sich die Löffelbreite von 7o Zentimetern, die es erlaubte in die Gräben zu steigen und die Aufschlußwände aus der Nähe zu untersuchen. Die durchschnittliche Teufe betrug 22o bis 25o Zentimeter, die Grabenlänge 25o Zentimeter.

Die Auswahl der Grabstellen richtete sich nach der charakteristischen 'Drumlingestalt' der Hügel, mußte aber in verschiedenen Fällen eingeschränkt werden, weil entweder die Grund-



Kiesgrube mit erratischer Nagelfluh westlich Ebersberg.

(Aufschlußhöhe ca. 7m, – breite 15 m)

Abb.37

In Kamesschüttungen eingebetteter Moränenrest mit am Außenrand mitgeschleppten erratischen Nagelfluh-Klötzen. Kiesgrube westlich der Ruine Ebersberg.

stückseigentümer keinen Zutritt erlaubten oder die Zufahrten für den Bagger zu steil und eng waren.

1.) Schurf 'Meerbuch' westlich Hatzenweiler, R 5845o/ H 8o76o.
Unter hellbraunem, lehmig-schluffigem Verwitterungsboden in 8o cm Tiefe mäßig gerundete Gerölle mit Kritzen, schlecht sortiert. Schüttungsrichtung nach Nordosten. Schichtung im teils schluffigen, teils sandigen Material schlecht erkennbar.

2.) Schurf "Iltishalde', nordwestlich Hiltensweiler, R 58o6o/H 8o21o.
Boden braun, locker, schwach lehmig-sandig. Ab 17o cm anstehende Geschiebemergel.

3.) Schurf 'Iltishaldenösch' bei Hiltensweiler, R 5845o/ H 8o14o.
Verwitterungsdecke hellbraun bis graubraun, locker mit

gut gerundeten Geröllen bis 30 cm Durchmesser. Ab 80 cm sandig-schluffiges gekritztes Kamesmaterial mit deutlicher Schichtung. Schüttungsrichtung nach Osten.

4.) Schurf westlich Hiltensweiler, R 5814o/H 7989o. 100 cm brauner, schwach lehmiger Boden. Darunter schluffige geschichtete Schotter mit zunehmendem Sandgehalt. Einzelne Gerölle gekritzt. Schüttungsrichtung Nord - Nordost.

5.) Schurf südöstlich Mindbuch, R 5678o/H 7949o. Boden dunkelbraun, feinsandig mit vielen Geröllen bis 40 cm Durchmesser durchsetzt. Darunter schluffiges, schwachsandiges Material. Schichtung nicht erkennbar.

6.) Schurf bei Ried westlich Neu-Ravensburg, R 5639o/ H 7756o.
Unter 50 cm braunem fettem, lehmigen Boden geschichteter, schlecht sortierter Schotter mit Findlingen von mehr als 60 cm Durchmesser. Schluffgehalt wechselnd. Schüttungsrichtung Osten - Ostnordost.

7.) Schurf bei Buckelhof südwestlich Roggenzell R 5603o/H 7625o.
Mäßig gerundete und kantige Gerölle. Kritzen undeutlich. Schotter schluffreich mit kleinen Sandlinsen durchzogen. Die dachziegelartige Lagerung der Gerölle deutet Transport nach Westen an.

8.) Schurf südlich Roggenzell bei Loch, R 5623o/H 7582o. Brauner sandig-lehmiger Boden bis 110 cm Tiefe. Darunter horizontal geschichtete schlecht sortierte runde und kantige Gerölle. Kritzen nicht erkennbar.

9.) Schurf nordwestlich Isigatweiler, R 5457o/ H 7696o. Bis 50 cm humoser, dunkelbrauner Boden mit wenigen kleinen Geröllen. Dann schwach sandige und schluffige Schotter mit vereinzelten gekritzten größeren Geröllen. Rundung schlecht.

10.) Schurf westlich Isigatweiler, R 5425o/H 7679o. Boden bräunlichgelb und braungrau geflammt. Lehmig, aber verhältnismäßig locker. Darunter meist eingeregelte Gerölle und Findlinge mit Durchmesser von 70 cm in sandig-schluffigem Material.

11.) Schurf südlich Duznau, R 5387o/H 7653o. Schluffreicher etwas sandiger geschichteter Schotter mit Tonschmitzen. Gerölle gut gerundet und gekritzt. Durchmesser bis 40 cm. Schüttungsrichtung Nordost.

12.) Schurf im Sattel zwischen den beiden Hügeln mit Schurf 10 und 11, R 5408o/H 7670o. Rötlichbrauner, lockerer Boden. Darunter sandige schlecht gerundete Schotter. Darin 1 Findling mit 100 cm Durchmesser.

13.) Schurf im Königsbühl westlich Duznau, R 5357o/ H 7692o.
Unter 60 cm braunem, bröckeligem, lehmigem Boden gut gerundete schluffige Gerölle mit Kritzen. Durchmesser bis 40 cm. Schüttungsrichtung nur undeut-

lich, nach Norden weisend.

14.) Schurf südwestlich Regnitz, R 5493o/ H 7756o. Graubrauner sandig/feinsandiger Boden mit vielen gut gerundeten Geröllen. Verhältnismäßig gut sortiert, aber gekritzt. Schüttungsrichtung Südost.

15.) Schurf östlich Matzenweiler, R 5492o/ H 8o34o. Hellbrauner, krümeliger Boden. Darunter kantiger schluffreicher Schotter. Einregelung undeutlich, keine Kritzen.

16.) Schurf nördlich Mehetsweiler, R 537oo/ H 8111o. Hellbrauner bis grauer Boden, grobsandig-lehmig. Ab 5o cm gekritzte sandige Schotter mit schlechter Sortierung und vielen eckigen Geröllen. Schichtung nicht vorhanden. Die Zusammensetzung entspricht der in der etwas tiefer liegenden alten Kiesgrube.

17.) Schurf östlich Mehetsweiler, R 54o9o/ H 8o81o. Gelbbrauner lehmiger Boden, bei 7o cm übergehend in schwach geneigte, grobgeschichtete sandig-schluffige Schotter. Einzelne Gerölle mit Kritzen. Schüttungsrichtung nach Westen.

18.) Schurf nördlich Gunzenweiler, R 5438o/ H 8184o. Unter rötlichbraunem lockeren Boden schluffige Schotter mit gut gerundeten Geröllen bis zu 3o cm Durchmesser. Schichtung gut. Schüttung nach Süden.

19.) Schurf östlich Hinter-Essach, R 54o3o/ H 82o8o. Bis 15o cm gelblichbrauner, zäher lehmiger Boden, dann schluffige Schotter mit eckigen Geröllen und Blöcken. Keine Kritzen. Schüttung nach Südosten.

2o.) Schurf nordwestlich Vorder-Essach, R 5327o/ H 8193o. Schwach verlehmter, brauner Boden, übergehend in sandig-schluffige Schotter mit zum Teil scharfkantigen gekritzten Blöcken bis 4o cm Durchmesser. Schichtung grob, Schüttung nach Norden.

Die durch die Schürfe freigelegten Sedimente zählen bis auf eine Ausnahme zu den Schmelzwasserablagerungen. Die Überlagerung mit Grundmoräne ist nur in der Iltishalde bei Hiltensweiler (Schurf Nr.2) gegeben.

Da der Verwitterungshorizont auf den Hügeln meist geschichtetes und orientiertes Material enthält, das ohne Diskordanz in den Untergrund übergeht, kann es sich bei den lehmigen Bodenbildungen nicht um Grundmoränenreste handeln.

Zusammenfassung:

Die Kuppenlandschaft baut sich in der Regel auf einer an vielen Stellen nachweisbaren Grundmoränenunterlage des letzten Eisvorstoßes auf. An manchen Stellen sind zusätzlich noch Sedimente früherer Zeiten erhalten geblieben, (Tobel bei Laimnau, Argenschleife im 'Sack').

Die Hügel selbst bestehen in der Hauptsache aus Schmelzwassersedimenten unterschiedlicher Zusammensetzung. Nur untergeordnet findet man Reste von Moränen und gestauchten Sedimenten.

Eine Grundmoränenüberdeckung wie bei der Iltishalde von Hiltensweiler bildet den Ausnahmefall.

Der sedimentologische Bestand der Hügel läßt hinsichtlich der Drumlins nur zwei Möglichkeiten offen: entweder es waren Drumlins vorhanden, die von ihrem Aufbau her aber nicht mehr als solche zu erkennen und anzusprechen sind (Erosion), oder aber die Schmelzwässer haben die Landschaft mit ihren Sedimenten so überschottert, daß die Drumlins morphologisch nicht mehr in Erscheinung treten.

Der sedimentologische Aufbau der Hügel und auch feinmorphologische Züge (Erosionskanten) verbieten somit die Bezeichnung als Drumlinlandschaft.

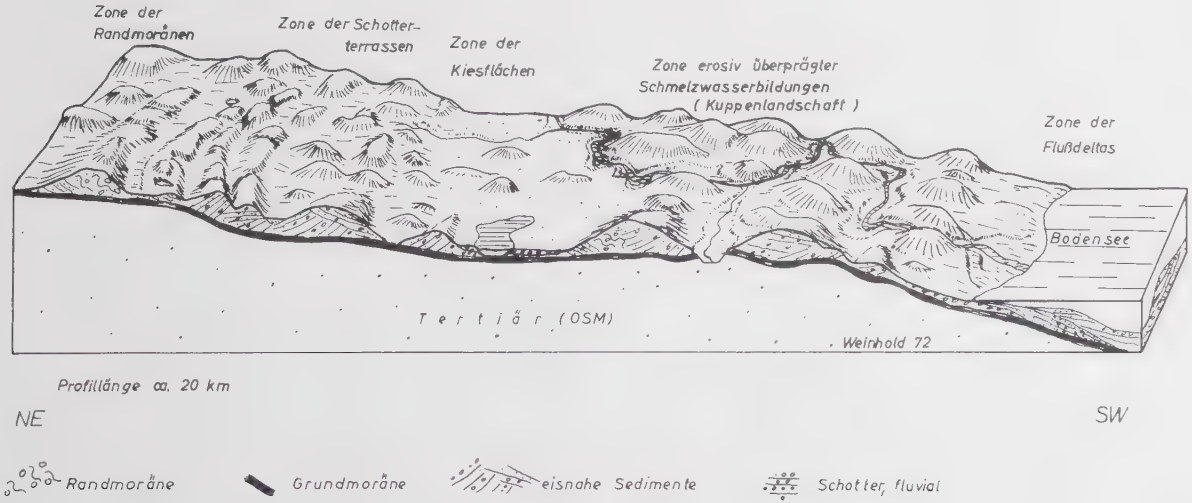
18. Zur Entstehung der Kuppenlandschaft.

Betrachtet man das Gletschergebiet des Würm-Vorstoßes, so kann man in groben Zügen im untersuchten Bereich fünf verschiedene Zonen unterscheiden (vgl.Abb.38).

1.) Im Nordosten befindet sich mit der höchsten Lage die Zone der Moränen, dem Maximalvorstoß der jüngsten Gletschertransgression entsprechend. Es ist dies der Bereich des Altdorfer Waldes.
2.) Nach Südwesten schließt sich die Zone mit eisrandnahen Schotterterrassen an, welche in mehrfachen Bögen die Umrahmung kleinerer Zweigbecken bilden. (Gegend Schlier - Bodnegg - Leupolz). Sie reichen aber auch noch in die Becken hinein.
3.) Die Zweigbecken laufen in flache Kiesniederungen aus oder vereinigen sich dort miteinander. (Bereich Haslach - Primisweiler - Wangen). Die Zone enthält neben den Kiesflächen noch trennende Riedel, die in den nächsten Abschnitt überleiten. (Riedel zwischen Wangen, Bollenbachtal und Schussental).
4.) Die Zone der überprägten Schmelzwasserbildungen baut den größten Teil der Kuppenlandschaft auf.
5.) Im Randbereich des Bodensees schließlich liegt die letzte Zone der Flußdeltas. (Argen-, Schussen-, Laiblachdelta).

Vom Bodensee bis hinauf nach Waldburg wird durch das Gewässernetz die gleichförmige Grundmoränenunterlage angeschnitten. Nur die großen Flüsse vermochten auch sie zu erodieren und sich noch tiefer einzugraben.

Ähnlich wie die Zone der eisrandnahen Schotterrassen überliefert die Kuppenlandschaft Spuren des Eisschmelzens. Im Gegensatz zur bisherigen Ansicht, es handele sich um ein relativ unberührt zurückgelassenes Areal subglazial entstandener Formen, zeigten die Untersuchungen, daß gerade hier das Schmelzwasser das Relief der Landschaft überprägte. Im Schema blieb die Entstehung der Kuppen immer gleich. Die Hügelketten wie auch die linear orientierten Hügel sind ein-



Schematische Übersicht des Bereichs Waldburg — Bodensee.

Abb. 38

zelnen Eisrandlagen zuzuordnen.

Als Aufschüttungen vor dem Gletscherrand wurden sie aus Schmelzwasserschutt aufgebaut, dessen Transport sowohl aus dem Gletscher heraus ins Vorland als auch peripher erfolgte. Das zum Eis hin geneigte Becken verhinderte die direkte Entwässerung nach Norden, so daß das Wasser stets gezwungen war, möglichst dicht am Eis entlang abzufließen. Dabei entstanden die vielen Quertäler, in denen das Wasser aus Nordosten kommend zwischen Neukircher Riedel und im Süden befindlichem Eisrand eingezwängt wurde und ihn in größeren Tälern in Westrichtung bogenförmig umfloß. Schritt um Schritt taute das Eis ab. Dem Gefälle entsprechend drängte das Wasser nach, durchbrach in engen Talungen die Sedimentrücken und zerstückelte sie. Es wurden "Hängetäler" geschaffen, wie sie beispielsweise südwestlich Esseratsweiler in vorzüglicher Erhaltung vorgefunden werden. Die Fülle verschiedener Schüttungsrichtungen der Sedimente, die man in den Aufschlüssen mißt, gibt Auskunft über die Herkunftsbereiche der Sedimente. Die radiale Entwässerung aus dem Gletscher ist verantwortlich für in nördliche Richtungen transportierte Ablagerungen. Überwiegend nach Westen schütteten die peripheren Schmelzwässer ihre Schotter. In Südrichtung wurden Sedimente abgelagert, wenn das Wasser zwischen den Rücken hindurch zum tauenden Eisrand durchbrach. So ergab sich fortwährend ein Hin und Her zwischen Aufschüttungen und ihrer Zerschneidung. (Belege für diese lebhaften Vorgänge sind unter anderem auch die an früherer Stelle angeführten Erosionskanten und terrassierten Abhänge der Hügel).

Wenn also in dem Gebiet so viele Kräfte am Werk waren, die die völlige Umgestaltung und Neugliederung der Landschaft bewirkten, so fällt die Vorstellung leicht, daß subglaziale Bildungen kaum noch Aussicht auf Erhaltung haben konnten. Und sollten sich unter den Hügeln noch hie und da Drumlins oder Reste von ihnen befinden, muß man das als Glücksfall betrachten.

Darüber hinaus begegnet man heute in der Kuppenlandschaft nicht Strukturen aus der Transgressionsphase des jungen Würmgletschers, sondern Fragmenten, welche das Schmelzwasser während seines Abtauens hinterließ. Die Strukturen des Großraumes, d.h. die Großgliederung des Untergrundes in Hohl- und Vollformen liefern in dem Bearbeitungsgebiet die einzigen Anhaltspunkte für die speziellen Vorstöße des sich zum Beckenrand hin in Loben und Zungen aufspaltenden Gletschers.

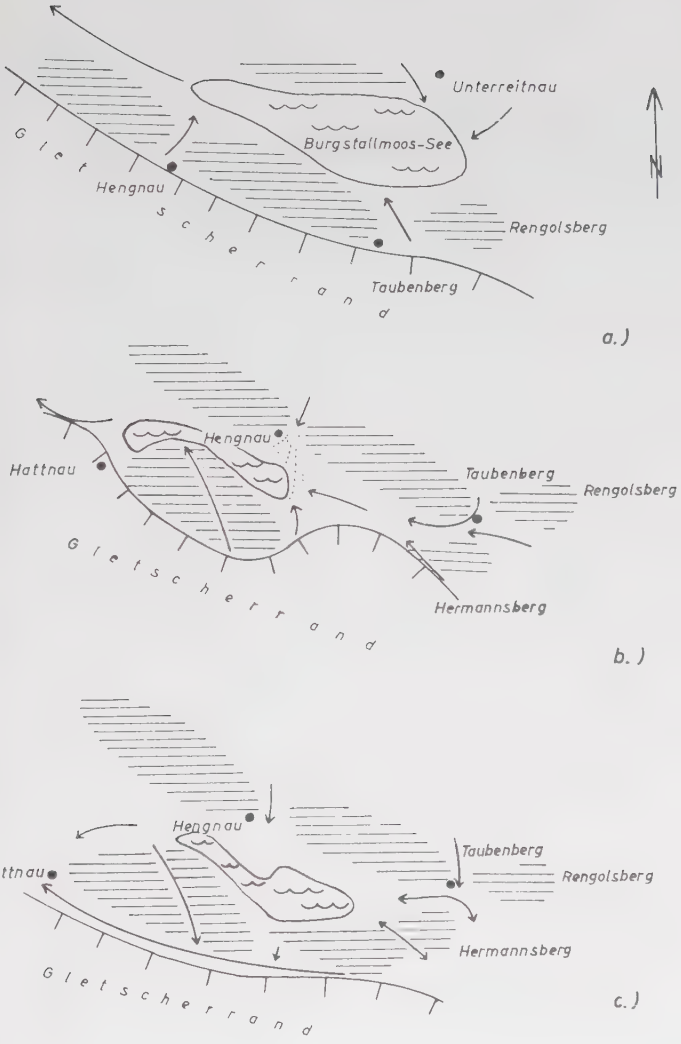
Die längenbetonten Rücken in den Bereichen mit größerem Gefälle und die polyedrischen Hügel auf den Riedeln können durch Schmelzwassereinwirkungen leicht erklärt werden. Auf den Riedeln floß das Wasser allseitig ab, während es in den niedrigen Bereichen nach dem Eisrand orientiert war.

Deutlich wird der gestaltende Einfluß des Wassers im Raum zwischen Weißensberg und Lindau. Von Waltersberg über Weißensberg bis Zeisertsweiler verlief ursprünglich eine Terrasse mit durchschnittlicher Höhe von 53o Metern. Das Schmelzwasser folgte bis hierher aus nordöstlicher Richtung kommend dem Eisrand und mußte dann auf umständlichem Wege am Eis entlang nach Nordwesten abfließen. Die NE - SW streichenden Täler sind bis zum Terrassenabfall nur flach und gewunden angelegt. Bis hierher floß das Wasser in breiterer Front, verästelt in mehrere Arme, dem Eise zu. Dann wurde die Umbiegung nach Nordwesten erzwungen. Es grub sich zwischen Eis und eisrandnahen Sedimenten ein, um möglichst weit nach Süden dem Gefälle folgen zu können. Dabei entstanden die Steilhänge des südlichen Terrassenrandes. Hieraus resultieren die NE - SW ausgerichteten Hügel mit steilwandigem Südwestteil (Erosion durch Richtungsänderung des Schmelzwassers) und flachauslaufenden Nordosthängen (Strömungsschatten des Schmelzwassers).

Ein nächster Eisrand ist im Gebiet von Bösenreutin auf 5oo Meter Höhe festzustellen. Beim weiteren Eisabschmelzen war das Gefälle schon so steil, daß das Wasser sich in tiefe Tobel eingrub und direkt nach Süden floß. Die Täler zwischen Bösenreutin und Heimesreutin entstanden.

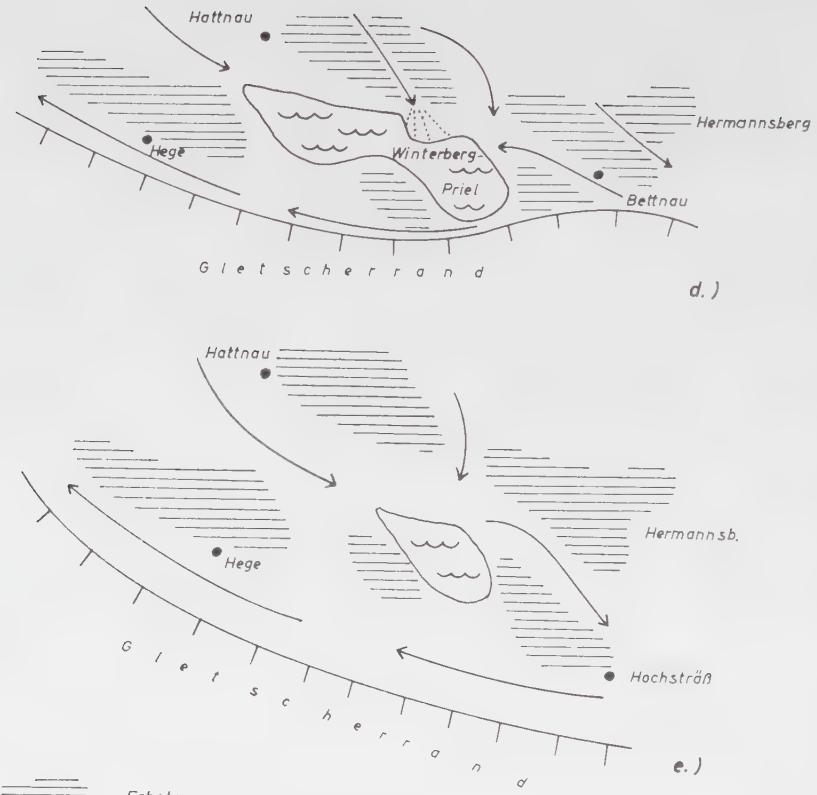
Auf welche Weise die aus Schmelzwassersedimenten aufgebauten Hügel angelegt wurden, soll stellvertretend für andere Bereiche in der Gegend zwischen Unterreitnau und Hege gezeigt werden. Die Skizze a.) Abb.39 greift die Abtauphase des Gletschers auf der Linie Hengnau - Taubenberg heraus. Die allgemeine Entwässerung erfolgte nach Nordwesten. Im vorliegenden Stadium staute sich das Oberflächenwasser von Norden, das periphere Schmelzwasser von Osten - Nordosten und das verschiedenen Gletschertoren entstammende Wasser aus Süden zwischen den Hügeln zu einem See auf. Als der Eisrand ein Stück weiter zurückgewichen war, folgte das Wasser nach und benutzte die Zone der vorherigen Eisrandlage als Abflußrinne, Skizze b.). Ein Teil des Seewassers floß in den Bachtälern, durch die es zuvor aus dem Eis gespeist worden war, in umgekehrter Richtung nach Süden ab und schotterte unterhalb von Hengnau einen kleinen Schwemmkegel auf. Dabei entstand westlich Hengnau ein kleiner See. Nachdem das Eis wieder eine Etappe weiter abgeschmolzen war, Skizze c.), füllte das Wasser auch den nun freigewordenen Teil der Senke zwischen Taubenberg und Hengnau, wobei es den Schwemmfächer durchbrach. Kleine Bäche durchschnitten die Sedimente östlich Hattnau an mehreren Stellen und sammelten sich vor dem Eisrand an, um wiederum nach Nordwesten zu entwässern. Die nächste Phase in Skizze d.) Abb.4o, zeigt den Gletscherrand auf der Linie Bettnau - Hege. Wieder kam es zur Seebildung durch Niederschlags- und Schmelzwässer kurz vor dem Eis. Die peripheren Flüsse strömten vor dem Gletscherrand nach Nordwesten, während das Flußsystem in den älteren Rinnen nach Südosten gerichtet war. Schließlich hatte das Eis neuen Raum freigegeben. Der Stausee im Winterberg Priel verlor den größten Teil seiner südlichen Abdämmung, als welche das Eis gedient hatte, und floß in die Rinne von Hochsträß und Hege aus, Skizze e.).

(Die den Riedeln von Neukirch und östlich Tettnang aufgesetzten Kuppen mit unregelmäßigen Umrissen entstanden durch diffus abfließendes Wasser. Da es nach allen dem Eis abgewandten Seiten freie Bahn hatte, brauchte es sich nicht auf strenge, durch den Gletscherrand vorgezeichnete Bahnen zu beschränken).



Schmelzwasserbildungen
am östlichen Gletscherrand zwischen
Unterreitnau und Hochsträß bei Wasserburg.

Abb. 39



Schmelzwasserbildungen am östlichen Gletscherrand zwischen Unterreitnau und Hochsträß bei Wasserburg.

Weinhold 72

Abb.4o

Zusammenfassung:

Die Kuppenlandschaft wurde durch Schmelzwasser geprägt, das den Eisrand umgestaltete. Hügelketten wie auch linear angeordnete Kuppen (südlich der Argen z.B.) sind einzelnen Eisrandlagen zuzuordnen. Wesentlicher Faktor für die Landschaftsformung war die Geländeneigung zum Eis hin. Dadurch entstanden lokal Eisstauseen. Das Schmelzwasser drängte dem Gefälle entsprechend dem tauenden Eis nach und durchbrach immer wieder die aufgeschütteten Sedimentwälle. Auf den Riedeln floß das Wasser diffus ab, so daß polyedrische Kuppen gebildet wurden. Am Beispiel des Bereichs Unterreitnau - Hege wird die Entstehung der Kuppenlandschaft aufgezeigt.

19. Statistische Beobachtungen und Untersuchungen an gekritzten Geschieben.

Einleitung.

In Sedimentkörpern, welche dem Eisschub unterliegen, haben die einzelnen Gesteinsstücke nur beschränkte Bewegungsfreiheit. Sie wird ihnen dadurch ermöglicht, daß sie in einer feinkörnigen Matrix 'schwimmen'. RICHTER (1932, 1933) untersuchte im NE-deutschen Raum Steinpflaster und plattenförmige Geschiebe in Grundmoränen. Er konnte dabei "durch Messung der Längsachsenrichtung von mehr als 50 Geschieben eines Aufschlußstückes fast stets eine deutliche Einregelung erkennen." Bei Messungen an Geschieben mit Längsachsen und gleichzeitiger Kritzung zeigte sich eine "absolute Übereinstimmung zwischen Schrammung und Einregelung." Die Richtung der Kritzen auf Geschieben ohne ausgesprochene Längsachse stimmte obendrein mit der Einregelung überein. SEIFERT (1954) wies im mikroskopischen Korngefüge von norddeutschen Geschiebemergeln Einregelungen durch Eisbewegung nach.

Das hier bearbeitete Material wurde aus dem Raum Wangen - Ravensburg - Tettnang entnommen. Im Unterschied zu RICHTER (1932) entstammen die Materialproben nicht nur aus Grundmoränen, sondern auch aus Randmoränen. Außerdem wurden Bereiche ausgewählt, in denen keine sichtbare Einregelung der Geschiebe bestand.

Die Form.

Die Gesteinsstücke wurden zunächst nach ihren Maßen ausgewertet, wobei sie nach drei Achsen vermessen wurden:

a) größte Länge
b) größte Breite
c) größte Höhe.

Dabei zeigte sich, daß in den meisten Fällen zwei Werte annähernd gleich groß waren, der dritte jedoch stärker abwich. Daraus resultiert 'Normalgestalt' der aus Grundmoränen entstammenden Gesteinsstücke (vgl. CALLEUX & TRICART, 1959): zwei ausgeprägte Flächenpaare - nämlich die ausgedehnte Ober- und Unterfläche - und die sie einfassenden schmalen Begrenzungsseiten mit kleinen Flächen.

Allgemein sind die Flächen schwach konvex gewölbt, manchmal konkav, selten plan geschliffen. Gelegentlich treten kleine Vertiefungen in ihnen auf, Vorsprünge oder Erhebungen fehlen. Begrenzt werden sie durch abgerundete Kanten, deren Zurundungsgrad stark zu variieren pflegt. Scharfe, also frische Bruchkanten sind sehr selten.

Normalerweise ist der Gesteinsumriß oval bis langoval, trapezförmig oder fünfeckig, wobei alle erdenklichen Übergänge vorkommen. Die von REGENHARDT (1972) beschriebenen Kahlgeschiebe sind nur eine Art aus dem gesamten Formenschatz. Ist die Längsachse sehr ausgeprägt, nehmen die Geschiebe prismatische Gestalt an oder haben runde bis ovale Querschnitte.

Die Gesteine der Randmoränen sind weniger einheitlich geformt. In der Mehrzahl treten hier Stücke mit welligen, unregelmäßig begrenzten Flächen auf, in denen Einkerbungen und Wölbungen häufig sind. Oft wurden sie durch Absplitterungen zernarbt und verkleinert. Scharfkantige, eckige Begrenzungen sind häufig. An langgestreckten Stücken sind mitunter die Spitzen abgebrochen, flache Formen wurden oft der Länge nach zersprengt. Auf den Bruchstellen findet man fast nie Kritzen, was auf eine relativ späte Zerstörung hinweist - wahrscheinlich während der Umlagerung oder infolge von Frostsprengung.

Die o.a. Beobachtungen gelten allgemein für Gesteine bis zum größten Durchmesser von ca. 3o Zentimetern. Bei größeren Blöcken lassen sich die äußere Form betreffend keine so deutlichen Analogien feststellen. (Hier dürften nämlich Schichtung, Klüftung, Gänge usw. formgestaltend gewirkt haben).

Die Kritzen

Die zahlreich auf der Oberfläche der Gesteinsstücke vorhandenen Kritzen sind Schleif- und Schrammspuren, welche beim Eisschub während der Reibung von Gestein an Gestein entstehen. Ob nun große oder kleine Geschiebe die Urheber entsprechender Kritzen waren, läßt sich aus dem Charakter der Kritzen - wenn überhaupt - nur mutmaßen.

Die Mehrzahl der Kritzen sind haarfeine Rillen von weniger als o,5 Millimeter Breite und einer durchschnittlichen Länge bis zu 1o Millimetern. In besonders feinkörnigem Material können sie bis 3o Millimeter und darüber lang werden. Verantwortlich für diese winzigen Marken dürften wohl Mineralkörnchen, die als Schmirgelmittel zwischen den größeren Gesteinen wirkten, sein. Flache, bis über 1 Zentimeter breite Furchen rühren eher von Kanten und Flächen größerer Geschiebe her.

Verallgemeinert kann man feststellen, daß die Länge der Kritzen mit ihrer Breite und Tiefe zunimmt. Beispielsweise findet man Kritzen, die mit einer Breite von 3 Millimetern über 1o Zentimeter lang sind. Natürlich ist die Länge der Kritzen auch von dem Wölbungsgrad der Fläche abhängig. Auf kugelig geschliffenen Flächen werden die Kritzen kaum länger als 15 Millimeter.

Normalerweise sind die Kritzen geradlinig angelegt oder weichen in ihrem Verlauf nur um einige Grad von der Hauptrichtung ab. Aber auch gekrümmte Rillen, deren Anfangs- und Endrichtung bis zu 3o Grad voneinander differieren, sind gelegentlich vorhanden. Bogenförmige, halb-

kreisartige oder gar spiralige Schrammen, welche auf rotierende Materialbewegung hinweisen würden, fehlen gänzlich.

Dagegen sind geknickte oder an einem Ende etwas abgebogene Kritzen beinahe auf jeder Fläche vertreten, (Abb.41.).

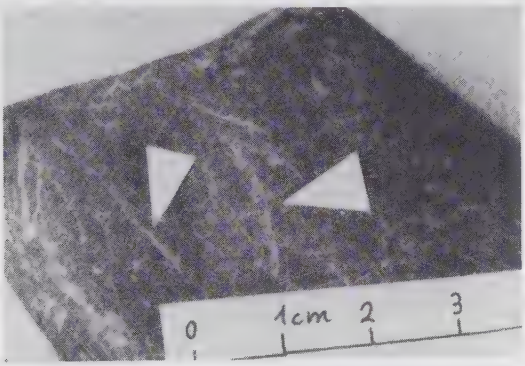


Abb.41
Geknickte und gebogene Kritzen auf einem Geschiebe aus Randmoränenmaterial.
Foto: Weinhold 1969.

Die Richtungsänderung ist aber nur sehr gering. Abgesehen von kurzen hakenförmigen Kritzen, die nicht unbedingt durch eine Schrammung, sondern auch infolge eines Aufpralls einer scharfen Kante auf die Fläche verursacht wurden, gibt es bis auf sehr wenige Ausnahmen nur einfache, unkomplizierte Kritzen, Abb.42.

Im Moränenkörper werden überwiegend geradlinige Bewegungen durchgeführt, wogegen Drehungen um eine außerhalb des Gesteinsstücks liegende Achse so gut wie gar nicht stattfinden oder höchstens in Form von vielen kurzen aufeinanderfolgenden Schüben vollführt werden, so daß nur gerade Spuren angelegt werden (s.o.). Geringe Rotationsbewegungen um die eigene Achse sind dann vorstellbar, wenn das Gesteinsstück ein Hindernis berührt und gezwungen ist, ihm auszuweichen. Die auf eine Schlingerbewegung zurückzuführende Schleifspur in Abb.43 und die 'Hakenspur' in

Abb.44 verdeutlichen diesen Vorgang, der ziemlich selten ist.

Abb.42
Hakenförmige Kritzen, wahrscheinlich durch Aufprall eines anderen Geschiebestückes erzeugt.
Foto: Weinhold 1969.

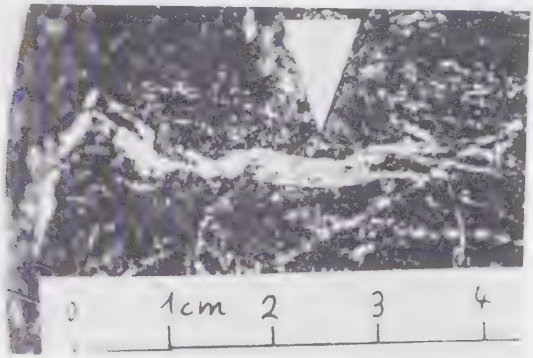


Abb.43

Schleifspur auf einer Geschiebefläche, die durch Schlingerbewegung hervorgerufen wurde.
Foto: Weinhold 1969.

Abb.45 zeigt einen ebenfalls recht seltenen Fall: auf engstem Raum von knapp einem Zentimeter wurde hier eine Zick-Zack-Bewegung ausgeführt, wobei drei kurze Schübe diagonal zur Längserstreckung des abgebildeten Geschiebes erfolgten. Auffällig sind die an Anfang, Ende und

und in den Knickstellen befindlichen Schlagspuren, die später noch eingehender beschrieben werden.

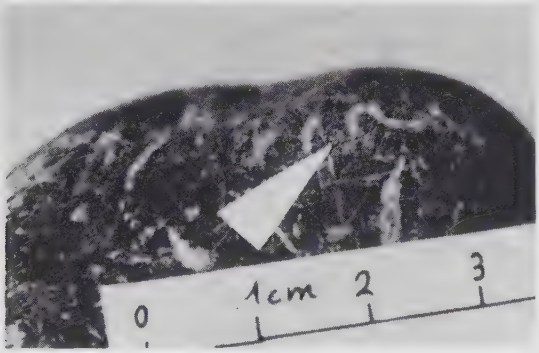


Abb.44
Hakenförmige Kritze auf einem Geschiebestück aus Randmoränenmaterial. Foto: Weinhold 1969.

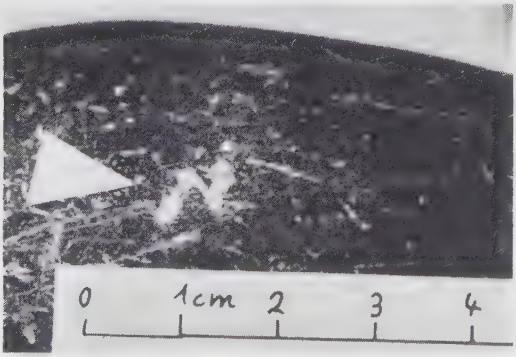


Abb.45
Zick-Zack-Spur, hervorgerufen durch ruckartige Bewegungen der Gesteinsstücke. Foto: Weinhold 1969.

Einen Sonderfall stellen die in Abb.46 gezeichneten Spuren auf einer Geschiebefläche dar, bei deren Anlage die Kombination von zwei Drehbewegungen einschließlich Richtungsänderung erforderlich war. Figur a.) und b.) der Skizze zeigen den Vorgang von der Seite c.) und d.) im Querschnitt, e.) und f.) die Entstehung der Schrammen in ihren einzelnen Phasen. Da Beginn und Ende der Bewegung - etwa durch Verbreitung oder Vertiefung der Kritzen an einem Ende - nicht festzustellen sind, kann der Ablauf auch in umgekehrtem Sinne stattgefunden haben. Ebensowenig ist festzulegen, welcher der Steine sich bewegte.

Der Vorgang beginnt damit, daß zwei Steine, von denen einer eine Scharte trägt, aneinander reiben. Im ersten Augenblick der Bewegung schrammen beide Kanten des Steines auf der Fläche des Nachbarn - die obere schwach und mehrfach abgesetzt, vielleicht abbröckelnd, die untere kräftiger und deutlich. Nach wenigen Millimetern hört der Kontakt mit der oberen Kante auf. Der obere Teil des Steines bewegt sich unterdessen weiter. Während der nächsten Phase dreht sich der untere Teil des Steines. Infolge einer gleichzeitigen Schwenkung berührt jetzt die Fläche des Nachbarsteines wieder die zweite Kante, die die alte Spur der anderen Kante überfährt. Gleichzeitig schiebt sich der Stein selbst in einer Schlangenlinie vorwärts, wie es notwendig ist, wenn er Hindernisse zu beiden Seiten zu umgehen hat. Figur g.) gibt den zurückgelegten Weg in der Aufsicht wieder. Der Stein mit den aufgezeichneten Kritzen ist dabei der bewegliche Teil.

Ziemlich oft wurden auf den Gesteinsflächen Scharen parallel verlaufender Kritzen angelegt, die eng beieinander liegen. Ihre Entstehung kann man sich so vorstellen, daß zwei Steine sich berühren und ungleich schnell bewegt werden. Etwaige zwischen den Auflageflächen befindliche Körner pflügen dann jene gleichsinnigen Rillen aus.

Auf ähnliche Weise entstehen breitere Furchen, in denen sich zusätzlich feine parallele Kritzen befinden. Nur scheuerten hier obendrein noch die Gesteinsflächen gegeneinander.

Während sich bei den meisten Kritzen Breite und Tiefe von Anfangs- bis Endpunkt nicht verändern und Ansatz wie Ende gleichmäßig aus der Fläche ausheben, findet man

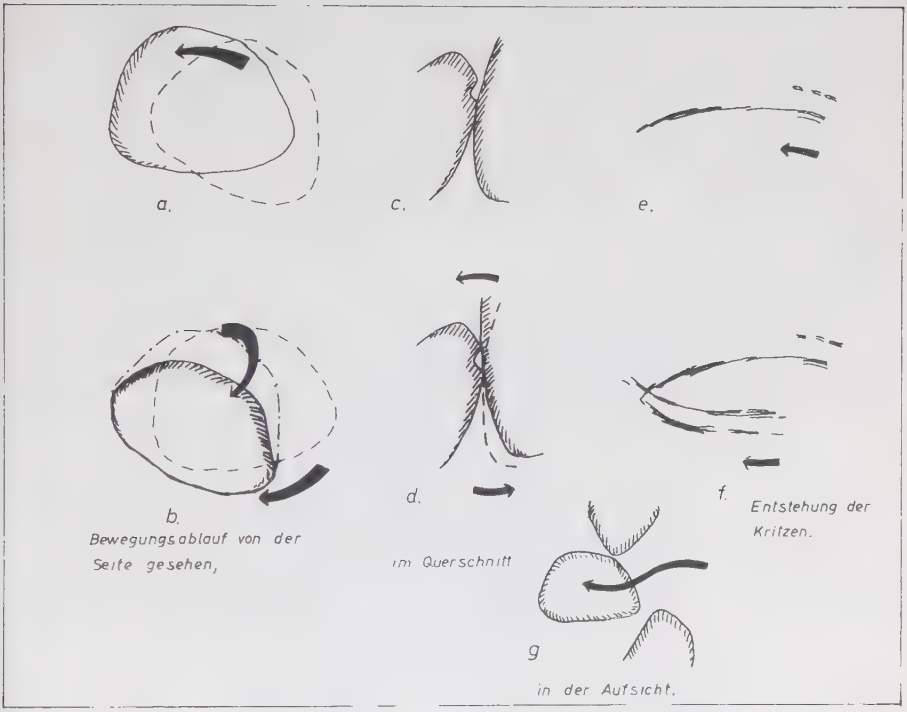


Abb.46

Rekonstruktion der Gesteinsbewegung durch Kritzenanordnung.

bisweilen auch asymmetrische Formen. Zum Beispiel beginnt eine Schramme mit einem abrupt ansetzenden, scharfkantig umrissenen Einschlag und läuft dann seicht aus, wobei der Bewegungsablauf auch im umgekehrten Sinne vorstellbar ist. Auffällig ist die Breite der in Abb.47 gezeigten verhältnismäßig kurzen Spur.

Als Folge der gewölbten Gesteinsoberfläche oder unterschiedlicher Druckbelastung während der Kritzung entstanden stellenweise verbreiterte Schrammen, wie in Abb.48 abgebildet.

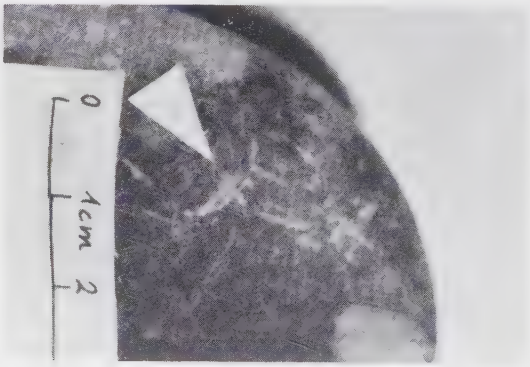


Abb.47
Kurze, breite asymmetrische Kritze. Foto: Weinhold 1969.

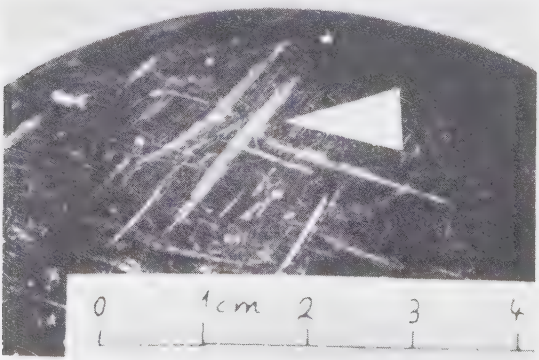


Abb.48
Durch Wölbung der Oberfläche oder unterschiedlichen Druck in der Breite variierende Kritzen.
Foto: Weinhold 1969.

An gut erhaltenen gekritzten Geschieben kann man manchmal unter der Lupe an den Schnittstellen zweier oder mehrerer Kritzen die zeitliche Aufeinanderfolge der einzelnen Schrammen ablesen. Meistens aber sind die Kreuzungsstellen breit ausgeschliffen und haben das Aussehen einer flachen, konturlosen Vertiefung, die keinen Anhaltspunkt mehr für das zeitliche Nacheinander liefert.

Zum Schluß seien noch Spuren erwähnt, welche beim Aufeinanderprallen der Steine entstehen. Es handelt sich dabei um kleine unregelmäßig ausgestoßene Vertiefungen von höchstens Stecknadelkopfgröße, die manchmal über die gesamte Oberfläche eines Geschiebes gleichmäßig verteilt sind. Häufig werden jene Stellen wie in Abb.49 nur dadurch angedeutet, daß helle Tupfen durch abgeriebenes Gesteinsmehl entstanden. Im Gegensatz zu den Kritzen, die Bewegungsspuren darstellen, kann man hier von einer Art 'Ruhespuren' sprechen, die immer dann zustande kommen, wenn die sich berührenden Steine einer Druckverstärkung ausgesetzt sind und sie auf der Stelle verharrend aneinander scheuern.

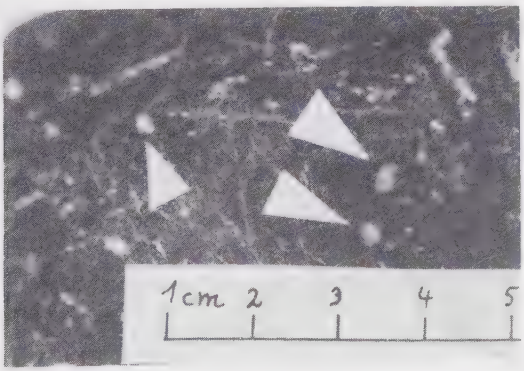


Abb.49
Punktierte Geschiebefläche als Folge von Gegeneinanderstoßen der Gesteine. Foto: Weinhold 1969.

Vom heftigen Zusammenstoß der Gesteinsstücke könnten die in Abb.5o gezeigten Marken herrühren: kleine gewinkelte Eindrücke, deren Knickstelle am tiefsten einge-

prägt ist.

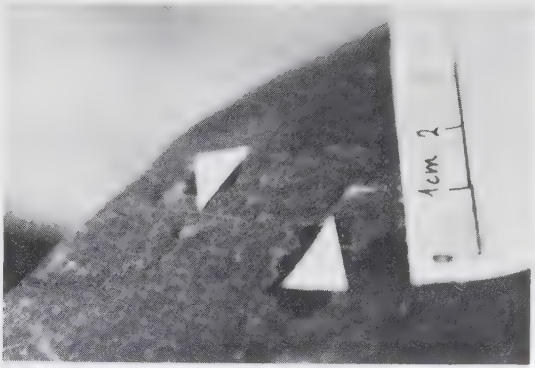


Abb. 5o

Gewinkelte Stoßeindrücke, beim Zusammenprall mit kantigem Material entstanden.
Foto: Weinhold 1969

Statistische Auswertung der Kritzen.

Um zu einer statistischen Beurteilung zu gelangen, wurden die Kritzen auf den Flächen der Geschiebe ausgezählt und ausgemessen, d.h. ihre Abweichung zur Längsachse wurde in Winkelgraden ermittelt und die auf diese Weise gewonnenen Werte dann in den Tabellen Seite 125 ff und den beiden Diagrammen Ab. 51 und 52 ausgewertet.

Insgesamt wurden 2o497 Kritzen vermessen, die sich auf je loo Flächen von Geschieben aus Grundmoränen und Randmoränen verteilen. Weitere 3oo Stücke, die nicht bis ins Detail bearbeitet wurden, bestätigten und ergänzten die hier erhaltenen Ergebnisse. Bearbeitet wurden Gesteinsstücke mit einem jeweils größten Durchmesser von 3 bis 19 Zentimetern.

Im Verlauf der Messungen empfahl es sich, die Kritzen in Gruppen von je 2o Grad einzuteilen, um die Abweichungen der gekrümmten und gebogenen Schrammen aufzufangen.

In den Tabellen sind von Nr.1 bis loo Grundmoränen- und von Nr.1o1 bis 2oo Randmoränen aufgeführt. Die Werte der Spalte a.) geben die Länge, Breite und Höhe der einzelnen Steine in Zentimetern wieder, wobei die ersten beiden Maße der vermessenen Fläche entsprechen. Spalte b.) enthält die Differenz von Länge und Breite der jeweiligen Fläche, Spalte c.) die Anzahl der auf der Fläche vorhandenen Kritzen. In den Spalten d.) bis m.) ist die prozentuale Verteilung der Kritzen in den einzelnen Winkelgruppen aufgeführt.

Es entsprechen den Gruppen folgende Winkelbereiche:

Spalte d.	:	171 - 1o	Grad	(Abweichung von der
" e.	:	11 - 3o	"	Längsachse des Geschiebes).
" f.	:	31 - 5o	"	
" g.	:	51 - 7o	"	
" h.	:	71 - 9o	"	
" i.	:	91 - 11o	"	
" k.	:	111 - 13o	"	
" l.	:	131 - 15o	"	
" m.	:	151 - 17o	"	

Besondere Form und abweichende Merkmale enthält Spalte n. (F. = Abkürzung für Fläche).

Die Reihenfolge der Geschiebe richtet sich nach der

Abnahme des Differenzbetrages der Flächenmaße.

Bei mehreren Exemplaren wurden Ober- und Unterseite bzw. die Schmalseiten vermessen. (Exemplare Nr. 3, 24, 42 usw.).

Tabelle der ausgemessenen Grundmoränen - Stücke.

	a)		b)	c)	d)	e)	f)	g)	h)	i)	k)	l)	m)	n)
1.	15,o	5,7	5,3	9,3	2o3	16	3o	8	8	5	3	3	14	13	viele Bruchkanten
2.	16,2	8,6	4,1	7,6	161	32	23	7	4	8	5	4	11	8	trapezförmige Flächen, Querschnitt dreieckig
3.	8,9	2,8	5,2	6,1	4o	28	18	8	7	2	5	-	22	1o	Schmalseite von Nr.21
4.	14,5	9,1	6,3	5,4	183	23	1o	12	7	7	8	1o	7	16	
5.	11,o	5,7	5,5	5,3	95	28	25	3	3	11	1	1	17	11	stark abgerundet
6.	13,3	8,o	5,6	5,3	279	29	1o	1o	8	7	3	1o	1o	13	drachenförmige Fl.
7.	11,5	6,3	5,2	5,2	144	28	1o	5	8	1o	9	6	11	13	tropfenförmige Fl.
8.	11,7	6,6	4,6	5,1	114	41	13	5	5	5	3	7	9	12	keilförmig
9.	8,5	3,5	2,6	5,o	81	42	27	6	1	o	1	3	5	15	Qu. dreieckig
1o.	8,9	4,2	2,8	4,7	77	39	13	1	3	4	1	5	9	25	konvexe Fl.
11.	7,6	2,9	2,2	4,7	68	33	12	1o	1	18	4	6	6	1o	
12.	8,5	3,9	2,4	4,6	71	41	17	7	-	3	6	4	5	17	schwach konvexe Fl.
13.	9,4	4,8	2,7	4,6	85	3o	16	16	8	9	2	2	6	1o	
14.	9,7	5,1	3,3	4,6	111	34	14	11	8	3	4	2	9	15	an einer Schmalseite abgebrochen
15.	13,3	8,7	5,2	4,6	145	26	21	1o	6	3	2	3	16	13	schwach konvexe Fl.
16.	17,8	13,2	5,2	4,6	176	3o	19	11	5	5	6	8	9	7	
17.	9,7	5,2	5,4	4,5	84	37	23	6	6	6	5	7	2	8	langgestreckte elliptische Form
18.	8,4	4,o	3,9	4,4	64	2o	1o	19	2	11	6	8	5	19	sattelartige Fl.
19.	9,1	4,8	4,9	4,3	126	19	11	2	-	11	13	9	21	14	
2o.	1o,3	6,3	2,7	4,o	124	27	9	7	6	6	2	2	14	27	schwach konkave Fl. Umriß drachenförmig
21.	7,9	4,1	5,o	3,8	117	25	24	11	4	1	4	9	9	13	
22.	15,6	11,9	5,o	3,7	113	31	13	12	1o	3	2	3	17	9	schwach konvexe, drachenförmige Fl.
23.	8,9	5,2	2,8	3,7	1o4	26	9	16	5	5	5	5	11	18	schwach konvexe Fl.

	a)		b)	c)	d)	e)	f)	g)	h)	i)	k)	l)	m)	n)
24.	11,4 :	7,8 :	2,4	3,6 157	3o	31	9	6	5	3	-	lo	6	fünfeckige Fl.
25.	11,4 :	7,8 :	2,4	3,6 151	21	17	lo	2	1	2	7	8	32	Unterseite von 24.
26.	6,3 :	2,7 :	2,1	3,6 73	29	19	7	7	6	4	1	9	18	
27.	8,5 :	5,o :	3,6	3,5 122	52	8	2	7	lo	5	2	-	14	
28.	7,8 :	4,3 :	3,9	3,5 97	29	12	17	1	1	2	5	12	21	
29.	9,5 :	6,o :	4,o	3,5 1o5	47	9	5	4	3	1	2	11	18	abgebrochenes Teilstück
3o.	9,4 :	5,9 :	4,7	3,5 125	17	29	7	4	9	7	2	2	23	konkave Fl.
31.	9,4 :	6,o :	4,8	3,4 172	3o	13	8	6	8	3	1	15	16	längs geknickte Fl. konvex, 5-eckig
32.	7,1 :	3,9 :	2,8	3,2 123	31	11	14	6	11	6	4	6	11	mehrere bis lo mm tiefe Kerben
33.	7,3 :	4,1 :	3,5	3,2 87	32	24	lo	9	3	4	8	7	3	rhombische Fl. einseitig abgebrochen
34.	8,1 :	5,o :	4,2	3,1 73	22	18	8	7	5	11	3	6	2o	
35.	6,1 :	3,1 :	2,3	3,o 47	36	17	6	8	4	13	4	8	4	konkave Fl.
36.	9,2 :	6,5 :	4,3	2,7 71	34	37	1	4	9	1	1	lo	3	Kellige Fl.
37.	6,4 :	3,7 :	3,o	2,7 77	25	6	17	8	6	4	3	4	17	ovale Bruchfläche
38.	7,9 :	5,2 :	2,9	2,7 125	37	2o	5	lo	14	2	1	3	8	
39.	9,o :	7,5 :	3,4	2,5 126	25	13	lo	7	lo	9	9	3	14	schwache konvexe Fl.
4o.	9,o :	7,5 :	4,7	2,5 13o	38	25	5	3	-	1	11	5	12	eiförmige Gestalt
41.	lo,2 :	7,8 :	5,3	2,4 93	25	23	8	lo	7	5	7	4	11	rautenförmige Fl.
42.	6,5 :	4,3 :	2,5	2,2 79	32	4	13	9	15	5	5	11	6	kantiger, unregelmäßiger Umriß
43.	6,8 :	4,6 :	1,6	2,2 74	24	19	16	11	9	3	7	1	lo	eine Ecke abgebrochen
44.	7,5 :	5,4 :	4,3	2,1 5o	14	28	22	2	14	2	2	4	12	konvexe Fl.
45.	lo,3 :	8,2:	5,o	2,1 111	27	8	11	11	13	9	3	7	11	
46.	6,5 :	4,5:	2,5	2,o 71	37	17	lo	4	-	7	4	-	21	Rückseite von 42.
47.	8,6 :	6,6:	5,8	2,o 142	41	23	5	2	4	5	3	4	13	keilförmig

	a)			b)	c)	d)	e)	f)	g)	h)	i)	k)	l)	m)	n)
48.	8,2 :	6,3 :	4,5	1,9	111	42	6	2	11	13	4	4	2	16	
49.	6,o :	4,1 :	2,5	1,9	72	7	22	-	-	29	14	2	4	22	eiförmiger Umriß
5o.	7,3 :	5,5 :	3,7	1,8	99	31	15	11	7	5	-	6	13	12	schwach konvexe Fl.
51.	lo,o :	8,2 :	3,1	1,8	143	18	26	13	13	8	3	2	7	lo	5-ckige Fl.
52.	5,o :	3,2 :	2,3	1,8	57	13	7	16	16	7	16	7	2	16	keilförmig
53.	6,2 :	4,5 :	2,1	1,7	63	49	lo	5	1	3	8	lo	1	13	keilförmig, eine Hälfte fehlt
54.	4,7 :	3,1 :	2,8	1,6	66	26	12	14	7	11	1	14	4	11	
55.	5,2 :	3,6 :	2,o	1,6	87	2o	13	7	8	22	3	9	9	9	keilförmiger Splitter
56.	7,o :	5,5 :	3,5	1,5	88	3o	25	6	7	11	1	3	7	lo	
57.	6,2 :	4,8 :	3,4	1,4	88	7	8	13	12	9	15	7	14	15	keilförmig
58.	9,4 :	8,o :	2,1	1,4	13o	lo	8	11	9	15	19	3	12	13	
59.	6,4 :	5,o :	2,8	1,4	83	12	11	lo	15	31	-	2	8	11	5-eckige Fl.
6o.	5,4 :	4,o :	2,6	1,4	1o7	35	21	5	12	7	-	5	6	9	quer gewölbte Fl.
61.	6,5 :	5,2 :	4,1	1,3	1oo	16	15	7	17	17	5	4	8	11	flache Kerbe
62.	6,4 :	5,1 :	3,3	1,3	68	25	19	12	6	22	3	1	9	3	wellige Fl.
63.	4,8 :	3,5 :	1,5	1,3	54	31	19	11	2	13	4	2	3	15	
64.	7,2 :	6,o :	3,2	1,2	81	16	lo	15	12	19	2	1	9	16	viele Bruchkanten
65.	6,4 :	5,2 :	o,3	1,2	78	lo	21	21	15	6	12	12	2	1	tropfenförmiger Splitter
66.	6,4 :	5,2 :	2,6	1,2	9o	19	9	4	14	15	4	17	6	12	schwach konvex
67.	6,9 :	5,7 :	2,8	1,2	76	12	16	21	14	8	4	4	8	13	konkave Fl.
68.	9,o :	7,8 :	4,3	1,2	137	31	23	5	6	7	2	4	9	13	
69.	7,2 :	6,1 :	4,3	1,1	59	22	5	15	27	5	2	7	8	9	gewellte, 5-eckige Fl., Rückseite v.44
7o.	6,9 :	5,8 :	2,7	1,1	69	43	15	7	9	lo	6	-	-	lo	wellige, nierenartige Fl.

	a)	b)	c)	d)	e)	f)	g)	h)	i)	k)	l)	m)	n)
72.	7,1 : 6,o : 3,o	1,1	74	33	22	5	4	7	5	5	3	16	Rückseite von 71.
73.	6,5 : 5,5 : 2,4	1,o	75	27	13	12	14	11	9	1	4	9	trapezförmige Fl.
74.	6,o : 5,o : 2,o	1,o	1oo	18	12	6	13	17	7	9	8	1o	rhombische Fl.
75.	5,6 : 4,7 : 3,5	o,9	77	17	22	9	3	12	8	12	8	9	
76.	4,5 : 3,6 : 1,5	o,9	58	18	5	14	1o	12	5	7	22	7	rechteckiger Umriß
77.	6,4 : 5,5 : 2,o	o,9	1o1	18	16	9	7	13	9	6	8	16	Rückseite von 74.
78.	6,1 : 5,2 : 2,7	o,9	1o5	7	7	26	9	2o	2	4	8	17	
79.	5,4 : 4,5 : 5,4	o,9	98	19	2	4	12	16	13	13	9	12	
8o.	9,5 : 8,7 : 4,3	o,8	95	1o	1o	2	9	18	7	13	15	16	
81.	7,4 : 6,6 : 1,9	o,8	131	13	11	8	12	19	8	1o	9	1o	eiförmig
82.	8,o : 7,2 : 2,5	o,8	92	12	22	5	21	21	6	2	2	9	
83.	7,1 : 6,4 : 3,6	o,7	62	-	6	14	19	14	13	8	13	13	konvexe Fl.
84.	7,o : 6,3 : 4,o	o,7	81	15	4	2o	7	15	1o	-	11	18	
85.	7,2 : 6,5 : 2,9	o,7	122	28	7	16	8	21	12	4	2	2	rechteckiger Umriß
86.	4,1 : 3,5 : 2,3	o,6	94	21	25	1	15	2	7	9	1o	1o	
87.	7,o : 6,4 : 2,9	o,6	113	26	4	5	4	22	18	1o	7	4	Rückseite von 85.
88.	7,o : 6,5 : 2,7	o,5	133	13	1o	11	9	16	12	7	8	14	gewellte Fl.
89.	6,9 : 6,4 : 2,2	o,5	1o1	17	2o	7	5	7	8	1o	18	8	trapezförmige Fl.
9o.	4,9 : 4,4 : 2,2	o,5	7o	23	14	14	2o	13	3	1	6	6	
91.	6,5 : 6,o : 2,4	o,5	73	14	13	12	16	15	11	7	7	5	schwach konkave Fl.
92.	4,o : 3,5 : 1,3	o,5	51	6	15	1o	12	2o	4	2	17	14	eine Bruchkante
93.	6,5 : 6,o : 3,o	o,5	64	19	25	16	9	11	3	11	5	1	konvexe Fl. Rückseite von 67.
94.	6,1 : 5,7 : 3,o	o,4	59	19	12	15	17	6	5	5	14	7	konvexe Fl.
95.	8,o : 7,6 : 3,o	o,4	2oo	19	7	9	5	13	14	12	9	12	ovale, stark konvexe Fl.

	a)	b)	c)	d)	e)	f)	g)	h)	i)	k)	l)	m)	n)
96.	4,3 : 3,9 :	1,5	o,4	62	16	4	4	5	14	11	6	4	36	3-eckige Fl.
97.	5,6 : 5,3 :	2,6	o,3	71	17	16	14	8	1o	-	-	14	21	rundliche Fl.
98.	5,6 : 5,3 :	2,6	o,3	68	11	15	19	18	18	4	1	7	7	Rückseite von 97
99.	4,3 : 4,2 :	6,2	o,1	79	6	14	19	1o	14	14	11	8	4	Rückseite von 57
loo.	5,7 : 5,6 :	1,9	o,1	96	19	16	8	22	8	1o	2	8	7	diskusähnlich

Tabelle der ausgemessenen Randmoränen - Stücke.

	a)		b)	c)	d)	e)	f)	g)	h)	i)	k)	l)	m)	n)
1o1.	12,5	5,1	4,5	7,4	13o	28	12	5	4	7	5	7	11	21	eine Längsseite abgebrochen.
1o2.	19,4	12,3	6,o	7,1	253	3o	2o	1o	6	5	4	4	9	12	
1o3.	11,3	5,5	3,5	5,8	11o	3o	19	5	2	9	8	7	9	11	
1o4.	11,5	6,o	1o,3	5,5	146	26	11	7	6	8	15	6	5	16	
1o5.	1o,1	5,o	2,6	5,1	87	15	14	4	13	22	3	6	7	16	keilförmiges Stück.
1o6.	9,1	4,6	4,8	4,5	123	22	19	9	1o	5	5	3	14	13	kantige Form
1o7.	1o,5	6,2	6,7	4,3	96	31	1o	1o	16	1o	3	2	8	1o	buckelige Fl.
1o8.	7,9	3,7	2,o	4,2	68	29	18	-	4	7	3	9	12	18	
1o9.	12,5	8,4	5,2	4,1	132	54	2o	3	3	1	-	2	1o	7	
11o.	11,o	7,o	3,o	4,o	8o	39	11	4	4	5	4	5	5	23	
111.	9,o	5,1	4,4	3,9	1o9	42	2o	4	2	5	4	3	8	12	wellige, unregelmäßige Fl.
112.	9,o	5,2	3,8	3,8	126	22	17	5	9	3	5	2	17	2o	
113.	13,6	1o,o	5,5	3,6	32o	42	18	12	6	3	1	3	6	9	rautenartige Fl.
114.	11,o	7,4	4,9	3,6	94	3o	3	5	6	16	6	1o	8	16	
115.	13,o	9,5	8,5	3,5	176	35	13	11	6	1o	5	3	8	9	
116.	6,3	2,9	1,8	3,4	68	37	13	1o	9	5	1	7	-	18	
117.	6,8	3,5	2,9	3,3	61	36	16	2	23	8	2	1	2	1o	eine Längsseite abgebrochen.
118.	9,o	5,8	2,3	3,2	178	27	19	2o	7	11	7	3	2	4	
119.	7,5	4,3	3,6	3,2	111	9	18	14	12	1o	13	1o	1o	4	fünfeckige Fl.
12o.	7,6	4,5	1,2	3,1	122	36	19	9	11	2	4	3	4	12	

	a.		b.	c.	d.	e.	f.	g.	h.	i.	k.	l.	m.	n.
121.	8,6	5,5	1,8	3,1	129	61	12	2	2	2	2	7	4	8	eine Längsseite abgebrochen
122.	6,5	3,5	2,o	3,o	132	29	14	6	5	9	4	2	8	23	
123.	8,2	5,2	2,5	3,o	88	27	17	11	8	5	-	2	5	25	dreieckige Fl.
124.	7,5	4,6	3,6	2,9	169	39	12	7	12	3	3	5	9	1o	
125.	7,o	4,1	3,7	2,9	123	24	24	6	-	4	2	6	7	27	
126.	6,7	3,8	3,4	2,9	91	47	12	4	-	2	-	7	7	21	
127.	5,9	3,1	4,5	2,8	89	27	19	8	7	5	3	4	5	22	scharfkantig
128.	1o,5	7,7	4,7	2,8	155	31	17	13	1o	4	4	4	6	11	
129.	5,7	3,o	1,5	2,7	7o	28	21	9	9	7	6	3	1o	7	
13o.	7,3	4,6	4,2	2,7	64	28	19	5	12	9	11	3	8	5	dreieckiger Qu.
131.	6,3	3,7	3,5	2,6	84	45	17	3	2	5	6	4	13	5	
132.	7,1	4,5	2,8	2,6	134	34	13	8	8	7	5	4	12	9	
133.	5,7	3,1	1,9	2,6	8o	25	12	19	1	9	5	2	8	19	wellige Fl., scharfkantig.
134.	9,6	7,1	3,6	2,5	124	19	16	11	7	13	11	6	12	5	rautenförmige Fl.
135.	6,3	3,9	3,5	2,4	9o	25	15	18	8	9	6	3	9	7	Schlagsplitter
136.	5,9	3,5	o,8	2,4	94	37	21	7	3	6	1	1	11	13	Spitze abgebrochen
137.	8,9	5,6	5,7	2,4	138	3o	2o	8	3	2	4	6	15	12	wellige Fl.
138.	7,o	4,7	2,3	2,3	1o5	38	15	5	7	6	2	12	7	8	
139.	6,4	4,1	1,9	2,3	79	37	24	12	6	6	5	5	1	4	
14o.	6,4	4,1	2,9	2,3	128	27	2o	13	6	4	9	5	6	1o	wellige Fl.
141.	5,5	3,3	2,5	2,2	71	49	18	9	9	4	1	1	9	-	

	a.			b.	c.	d.	e.	f.	g.	h.	i.	k.	l.	m.	n.
142.	6,2	4,o	2,9	2,2	64	17	8	19	5	2o	11	-	3	17	
143.	8,6	6,5	4,o	2,1	71	3o	21	1	6	13	-	11	3	15	
144.	7,9	5,8	2,7	2,1	66	45	6	18	6	-	6	5	8	6	
145.	4,7	2,7	2,2	2,o	82	24	9	9	12	5	11	7	11	12	wellige Fl.
146.	6,o	4,o	2,2	2,o	63	3o	21	11	5	5	2	6	3	17	
147.	5,8	3,9	6,5	1,9	85	22	16	5	12	11	4	9	1o	11	
148.	5,1	3,2	2,o	1,9	94	29	2o	7	2	3	3	5	7	24	konvexe Fl.
149.	7,o	3,1	4,3	1,9	6o	35	15	5	12	5	5	5	6	12	
15o.	6,4	4,5	1,8	1,9	86	23	8	13	13	6	3	6	5	23	
151.	8,6	6,8	5,o	1,8	164	14	21	12	1o	15	15	2	6	5	unregelmäßig begrenzt
152.	4,8	3,o	1,4	1,8	75	55	7	1	1	3	-	1	15	17	
153.	5,2	3,4	1,9	1,8	3o	41	16	3	2	4	14	4	11	5	
154.	5,4	3,7	1,5	1,7	73	46	11	7	6	3	-	4	4	19	eine Hälfte abgebrochen.
155.	7,7	6,o	1o,o	1,7	179	35	2o	9	7	11	4	4	2	8	schartige Fl.
156.	5,1	3,4	1,8	1,7	63	33	24	16	8	5	-	1	5	8	
157.	7,9	6,2	3,4	1,7	185	17	12	15	8	9	7	9	13	1o	unregelmäßiger, kantiger
158.	12,5	1o,8	7,7	1,7	227	23	15	11	1o	12	3	2	14	1o	Umriß.
159.	4,8	3,2	2,2	1,6	51	23	11	8	4	1o	8	2	2o	14	zahlreiche Schlagspuren.
16o.	9,2	7,6	5,2	1,6	98	34	6	-	7	5	4	3	13	28	
161.	4,7	3,1	1,8	1,6	74	23	12	7	27	5	4	-	11	11	
162	4,7	3,1	1,8	1,6	7o	2o	13	4	24	7	13	7	5	7	Rückseite von Nr.161
163.	6,1	4,5	2,8	1,6	1o4	34	16	4	9	1o	2	6	7	12	

	a.			b.	c.	d.	e.	f.	g.	h.	i.	k.	l.	m.	n.
164.	4,8	3,4	1,5	1,4	78	49	15	6	8	6	1	3	3	9	
165.	3,4	2,o	o,9	1,4	64	3o	17	8	6	11	9	8	2	9	fünfeckige Fl.
166.	6,8	5,5	3,2	1,3	115	16	2o	7	9	7	3	8	1o	2o	tropfenförmiger Umriß
167.	4,6	3,3	1,7	1,3	94	25	27	11	1o	5	7	3	2	1o	
168.	6,o	4,7	2,8	1,3	122	24	18	11	13	8	5	2	6	13	quergewölbte Fl.
169.	9,o	7,8	4,8	1,2	13o	33	7	12	8	12	8	8	6	6	wellige Fl.
17o.	6,2	5,o	1,6	1,2	143	27	1o	11	8	11	6	8	8	11	
171.	6,4	5,2	8,o	1,2	116	13	21	12	4	3	8	7	15	17	wellige Fl.
172.	8,1	7,o	3,7	1,1	113	23	14	13	6	13	1	12	6	12	kantiger Umriß
173.	5,6	4,6	3,5	1,o	7o	17	19	14	7	16	3	1o	4	1o	unebene Fl.
174.	5,1	4,1	1,2	1,o	69	35	22	13	9	7	3	7	3	1	
175.-	4,5	3,6	2,3	o,9	5o	2o	1o	6	12	8	1o	4	1o	2o	tropfenförmiger Umriß
176.	4,o	3,1	1,9	o,9	55	26	15	4	-	5	7	9	16	18	konkave Fl.
177.	5,9	5,2	4,o	o,7	1o2	19	12	12	13	12	8	4	6	14	konkave Fl.
178.	5,6	4,9	2,4	o,7	79	26	15	11	8	1o	3	5	9	13	
179.	7,1	6,5	4,3	o,6	94	16	13	11	9	13	11	11	1o	6	konvexe Fl.
18o.	5,3	4,7	1,8	o,6	152	2o	2o	5	5	14	8	7	9	12	
181.	5,8	5,3	2,9	o,5	11o	2o	18	25	8	2	5	4	6	12	
182	6,7	6,2	3,4	o,5	92	21	3	22	5	9	3	14	14	9	Konvexe Fl.
183.	6,7	6,2	3,4	o,5	12o	15	21	15	6	7	6	7	8	15	Rückseite von Nr.182
184.	5,o	4,5	3,6	o,5	147	28	12	11	8	9	8	1o	5	9	
185.	3,8	3,3	1,o	o,5	79	12	5	14	11	17	11	6	5	19	

	a.			b.	c.	d.	e.	f.	g.	h.	i.	k.	l.	m.	n.
186.	5,o	4,5	1,9	o,5	1o2	2o	12	1o	9	14	6	11	6	12	rautenförmige Fl.
187.	6,3	5,9	2,5	o,4	91	13	34	9	17	8	9	4	3	3	
188.	3,2	3,o	1,4	o,2	76	22	15	9	8	13	1	9	12	11	
189.	5,2	5,o	3,5	o,2	15o	16	22	9	5	12	9	14	5	8	wellige Fl.
19o.	9,5	9,3	3,6	o,2	168	12	9	8	13	11	12	19	11	5	konkave Fl.
191.	5,o	4,8	5,1	o,2	83	24	2	11	17	19	5	9	7	6	
192.	3,7	3,5	1,5	o,2	83	8	21	6	7	1o	5	19	11	13	
193.	6,9	6,8	4,4	o,1	127	18	16	19	6	13	2	13	6	7	dreieckige Fl.
194.	3,6	3,5	1,4	o,1	63	5	–	1o	17	22	1o	14	13	9	
195.	6,7	6,6	3,7	o,1	124	14	11	15	8	13	11	11	7	1o	dreieckige Fl.
196.	4,2	4,2	1,6	o,o	78	19	4	5	15	26	21	5	–	5	kantiger Umriß
197.	4,2	4,2	1,6	o,o	84	1o	2	5	18	36	6	9	8	6	Rückseite von Nr.196
198.	6,o	6,o	2,5	o,o	111	21	9	6	7	9	11	12	6	19	längsgewölbte Fl.
199.	6,o	6,o	2,5	o,o	12o	13	9	16	18	13	11	5	9	6	schwach quergewölbte Fl. Rückseite von Nr.198
2oo.	6,o	6,o	2,5	o,o	117	19	1o	17	13	11	6	7	5	12	Fl. mit diagonaler Stufe.

Die Diagramme Abb.51, 52 geben eine vereinfachte, schematische Übersicht der Auswertungen wieder. Von links nach rechts sind die Befunde der Flächen mit abnehmender Differenz von Länge und Breite aufgetragen, in der Vertikalen die Winkelgruppen der Kritzen in Bezug zur Längsachse des Geschiebes. Zur Besseren Übersicht wurden drei Einteilungen vorgenommen:

1. 1o - 19 % der Kritzen pro Winkelgruppe
2. 2o - 29 % " "
3. über 3o % " "

Bei der Betrachtung des Diagramms Abb. 51 mit Kritzen auf Grundmoränen-Geschieben, zeigt sich auf den ersten Blick, daß mit abnehmendem Betrag zwischen Länge und Breite der Flächen die Kritzen mehr und mehr auf alle Richtungen verteilt sind. Beträgt die Differenz 3 Zentimeter und mehr, verläuft die Mehrzahl der Kritzen parallel zur Längsachse. In der Regel fallen auf die Gruppe 171 - 1o Grad 25 bis 5o % aller Kritzen. Mit zunehmender Abweichung von der Längsachse verringern sie sich rasch bis 0 %.

Im Bereich von 2,9 bis 1,1 Zentimeter tritt eine breitere Streuung der Kritzen auf. Zwar befindet sich ihr Maximum meist immer noch parallel zur Längsachse orientiert, aber es gibt auch Häufungen in den benachbarten Winkelgruppen. Das Maximum wandert bei manchen Exemplaren sogar bis in die entfernte Gruppe 71 - 9o Grad. Beinahe in jeder Gruppe sind mehr als 1o % Kritzen anzutreffen.

Nimmt die Differenz der Flächenmaße ab - unter 1,o Zentimeter -, liegen die Kritzen wahllos verteilt. Die Richtung der Längsachse ist bedeutungslos geworden, die Winkelgruppen sind gleichwertig. (Nur eine Fläche, von Nr.27, weist ein Maximum von über 3o % auf).

Diese Ergebnisse gestatten Rückschlüsse auf das Verhalten der Geschiebe in der Grundmoräne. Ein längenbetontes Gesteinsstück ist gezwungen, sich in Richtung der Schubbewegung auszurichten. Es bleibt ziemlich unbeweglich in dieser Lage und nur selten, vielleicht beim Umgehen eines Hindernisses, kann es sich drehen, so daß diagonal verlaufende Kritzen eingeschürft werden. Bei zunehmender rundlicher Gestalt gewinnt das Geschiebe mehr und mehr Freiheit. Wenn die Längsachse weniger als 3 Zentimeter von den übrigen Ausmaßen abweicht, kann der Stein sich relativ gut bewegen, muß sich aber immer

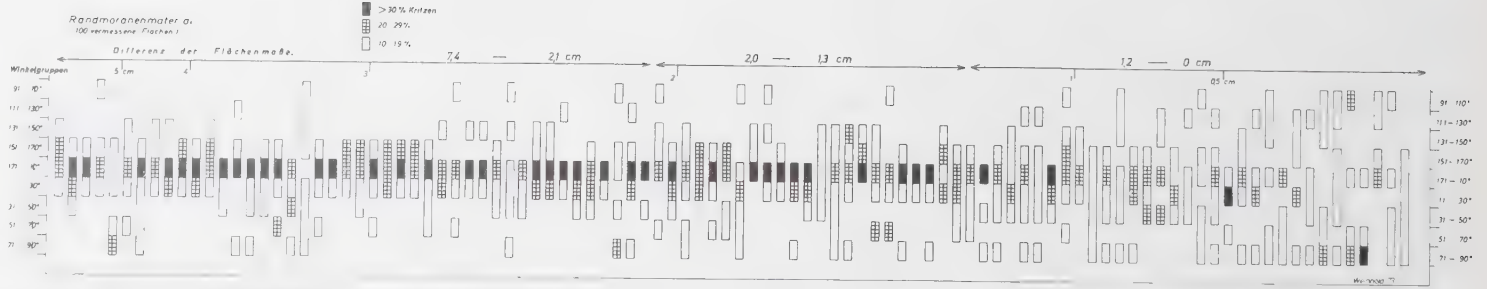


Abb 52 Orientierung der Kritzen zur größten Achse der Geschiebe

Abb.51 Orientierung der Kritzen zur größten Achse der Geschiebe

noch der Schubrichtung generell unterordnen. Verringert sich die Differenz unter 1 Zentimeter, so ist der Stein 'frei' beweglich, Es bleibt mehr oder weniger den Bedingungen seiner Umgebung (Nachbargeschiebe, Untergrund etc.) überlassen, welche Lage zur Schubrichtung er einnimmt.

Der Stein der Fläche Nr.85 bezieht gewissermaßen eine Zwitterstellung. Länge und Breite der Oberfläche haben die Maße 7,2 x 6,5 cm. Da die Differenz o,7 Zentimeter beträgt, wäre eine gleichmäßige Kritzenverteilung über alle Winkelgruppen zu erwarten. Tatsächlich aber liegen zwei deutliche Maxima vor: 28 % der Kritzen befinden sich in der Gruppe 171 - 1o Grad, 21 % in der Gruppe
71 - 9o Grad. Ausschlaggebend für diese Anomalie ist die rechteckige Begrenzung des Stückes, zu der die beiden Kritzensysteme parallel verlaufen.

Das Diagramm der Kritzen auf Randmoränenmaterial Abb.52 läßt ebenso wie Abb.51 breitere Verteilung der Kritzen bei Abnahme der Differenz der Flächenmaße erkennen. Auch hier kann man drei Abschnitte unterteilen, jedoch fällt die Grenzziehung schwerer.

Bereits bei ausgesprochener Längenbetonung der Flächen treten Häufungen der Kritzen in den Bereichen bis 4o Grad Abweichung von der Längsachse auf.

Beträgt die Differenz der Flächenmaße zwischen 2 und 1,3 Zentimeter, wird die Streuung der Kritzen breiter. Sinkt sie unter 1,3 Zentimeter, bleibt zwar ein Maximum in der Längsrichtung weitgehend erhalten, jedoch nimmt die Verteilung auf die übrigen Richtungen zu. Erst unterhalb o,5 Zentimeter ist die Lage eines auftretenden Maximums zufällig, d.h. von der individuellen Gestalt des Gesteinsstücks abhängig. In diesem Sinne ist auch die Lage des Maximums der Flächen Nr.195 und 196 zu verstehen.

Die Verhältnisse in der Randmoräne entsprechen weitgehend denen in der Grundmoräne. Die Geschiebe haben grundsätzlich aber mehr Bewegungsfreiheit, was durch die breitere Kritzenstreuung bei langgestreckten Stücken und die fließenden Übergänge der Abschnitte des Diagramms deutlich wird. Die etwas strengere Ordnung bei den rundlichen Formen des letzten Abschnitts ist, wie erwähnt, auf spezifische Eigenheiten

des betreffenden Stückes zurückzuführen.

Vergleiche der Kritzenverteilung in beiden Moränentypen.

Die in Grund- und Randmoränen befindlichen Geschiebe regeln sich mit der Längsachse in die Schubrichtung ein. Die in der Längsrichtung der Geschiebe orientierten Kritzen belegen solches Verhalten auch in den Sedimentbereichen, in denen keine Geschiebeeinregelung sichtbar ist.

Je weniger die Längsachse der Gesteinsstücke im Vergleich zu den übrigen Maßen hervorsticht, desto öfter scheren sie aus. Die Kritzen weichen immer mehr von der Längsrichtung ab. Im Extrem sind bei runden Gesteinsformen Kritzen in jeder beliebigen Richtung verteilt, Abb.53 und 54.

In der Randmoräne sind größere, Raum beanspruchende Bewegungen der Geschiebe möglich. Beim Zusammentreffen von Steinen sind in der Randmoräne Ausweichmöglichkeiten eher vorhanden. Das Geschiebe in der Grundmoräne wird danach eingeordnet, ob es längenbetont ist oder nicht. Einengung im porenarmem Milieu und Druck sorgen dafür, daß es dem Schub geringsten Widerstand bietet ohne Berücksichtigung seiner sonstigen Ausbildung. In der Randmoräne kommt dem Charakter des ganzen Stückes größere Bedeutung zu. Die Orientierung erfolgt unter Beachtung von Wölbungen, Kanten, Vorsprüngen eines Geschiebes.

Als Beispiel dient das Exemplar mit den Flächen Nr.198, 199 (im Diagramm der Randmoränenflächen Nr.98, 99), von dem Ober- und Unterseite vermessen wurden. Beide Flächenmaße betragen 6,o x 6,o Zentimeter. Die Fläche Nr.198 ist längsgewölbt, die Rückseite Nr.199 sehr gering quergewölbt. Den Maßen der Flächen zufolge müßte auf beiden eine wahllose Verteilung der Kritzen zu erwarten sein. In Wirklichkeit aber liegt auf Nr.198 ein Kritzenmaximum von 21 % parall der Längswölbung. Zusammen mit der Gruppe 151 - 17o Grad befinden sich im Bereich von 4o Winkelgraden sogar 4o % aller Kritzen in Richtung der Wölbung angeordnet. Die Rückseite, Nr.199, enthält im selben Bereich nur 22 % Kritzen, zeichnet sich durch gleichmäßigere Verteilung derselben und einem kleinen Maximum von 18 % in der Gruppe 51 - 7o Grad aus. Zur Anlage der Kritzen auf den beiden Flächen war die Richtung und Stärke der Wölbungen von Bedeutung.

Hätte sich dieser Stein in einer Grundmoräne befunden, wäre er auf Grund seiner runden Flächenumrisse hin- und hergedreht worden, was auf beiden Seiten zu gleichmäßiger Streuung der Kritzen geführt hätte.

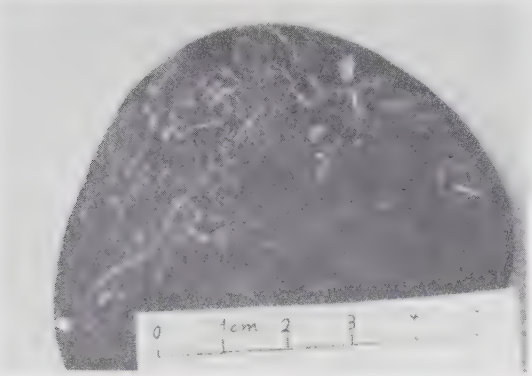


Abb.53

Rundlicher Geschiebetyp, daher keine Kritzeneinregelung. Foto: Weinhold 1969.

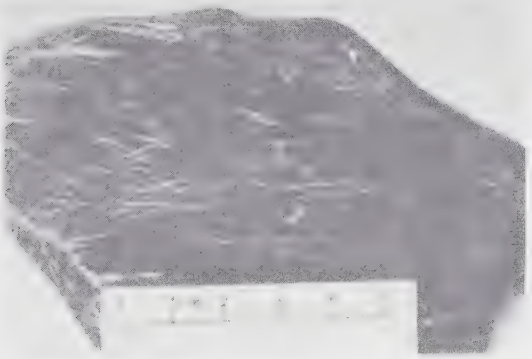


Abb.54

Geschiebe mit Längserstreckung und daraus resultierender Kritzeneinregelung. Foto: Weinhold 1969.

Vergleicht man schließlich die Kritzen an mehreren Flächen des gleichen Exemplares, so zeigen sich folgende Verhältnisse: wie bei Nr.198 wurde noch bei mehreren anderen Geschieben Ober- und Unterseite untersucht (Nr.42 und 46, 71 und 72, 161 und 162 usw.). Hierbei ergab sich, daß in

sämtlichen Fällen die Verteilung der Kritzen ähnlich oder das Maximum höchstens in benachbarte Winkelgruppen übergewechselt war. Bei Nr.85/87 und 196/197 liegen die Kritzen so gleichmäßig auf beiden Flächen verteilt, daß nicht nur das Maximum, sondern auch die nächst größere Kritzenanhäufung in der gleichen Winkelgruppe liegen.

An dieser Stelle soll noch ein 'abartiges' Geschiebe aus einer Grundmoräne beschrieben werden. Es handelt sich dabei um ein quaderförmig zurechtgeschliffenes Stück mit ausgesprochener Längserstreckung. Merkwürdigerweise trägt es auf der Ober- und Unterfläche fast nur parallele Kritzenscharen, deren Winkel zur Längsachse um 5o Grad abweicht. Wahrscheinlich wurde das Geschiebe zwischen anderen fest eingeklemmt und mußte sich trotz seiner unfreiwillig schrägen Lage der allgemeinen Transportrichtung anschließen. Dadurch kam es zur diagonalen Kritzung.

Die Schmalseiten der Gesteinsstücke haben in einzelnen Fällen gut ausgebildete Flächen, die sich auszumessen lohnen. Von den Stücken, bei denen Oberfläche und Schmalseite untersucht wurden, ist ein Exemplar in der Tabelle unter Nr.3 und Nr.21 aufgeführt. Die Kritzenverteilung entspricht der der Messungen auf Ober- und Unterflächen. Das bedeutet, daß sämtliche der Längsachsen paralell liegenden Flächen gleiche oder zumindest ähnliche Orientierung der Kritzen aufweisen.

Beim Vergleich der Flächen Nr. 21 und 3 fällt bei näherer Betrachtung der prozentualen Verteilung der Kritzen ein interessantes Detail auf. Während die Hauptmenge der Kritzen in der Gruppe 171 - 1o Grad, nämlich 25 % auf der Oberseite und 28 % auf der Schmalseite, liegen, befindet sich auf der Schmalseite die nächst größere Häufung mit 22 % in der Gruppe 131 - 15o Grad, bei der Oberseite mit 24 % in der Gruppe 11 - 3o Grad. Unter der Voraussetzung, daß die Kritzen auf beiden Flächen gleichzeitig angelegt wurden, könnte sich hier der Hinweis auf eine Vorwärtsbewegung (Schaffung der beiden Maxima) und auf eine Bewegung schräg nach oben oder unten (Schaffung der nächst größeren Häufungen) anbieten. Die zweite Bewegung wäre denkbar, wenn das Gesteinsstück zwischen andere Blöcke gerät und aufwärts oder abwärts gequetscht wird. Mit Sicherheit werden sich solche räumlichen Bewegungen aber kaum nachweisen lassen, da ein Anhaltspunkt für die synchrone Anlage der Kritzen nicht gegeben ist und es sich wohl eher um zeitlich getrennte Bewegungsspuren handelt.

Abschließend kann festgestellt werden:

Für Geschiebe von Handstück-Größe gilt die Regel, daß eine Kritzenanhäufung auf den Geschiebeflächen paralell zur

Längsachse bereits dann klar erkennbar ist, wenn sie um mehr als 1 Zentimeter von den übrigen Achsen differiert. (Das bedeutet Einregelung des Steins in die Schubrichtung). Im Randmoränenmaterial ist dieser Grenzwert nicht eindeutig festzulegen, sondern pendelt bei 1,5 - 1,o Zentimeter. Längenbetonte Steine sind beweglicher als in der Grundmoräne, in welcher der Längsachse mehr Bedeutung zukommt.

Wenn RICHTER (1933) also zu dem Ergebnis gelangte, daß die Geschiebe unabhängig davon, ob eine ausgesprochene Längsachse vorhanden ist oder nicht, eine eindeutig orientierte Kritzung aufweisen, so ist auf Grund der durchgeführten Untersuchungen anzunehmen, daß in den von RICHTER ausgewerteten Grundmoränen spezielle Situationen vorliegen, die sich nicht ohne weiteres auf den hiesigen Raum übertragen lassen.

Zusammenfassung:

Die Geschiebe der Grund- und Randmoränen lassen bezüglich ihrer Form Ähnlichkeiten erkennen. Die Gesteine besonders der Grundmoräne wurden derart abgeschliffen, daß eine bestimmte Form, eine 'Normalgestalt', am häufigsten anzutreffen ist. Die unterschiedliche Ausbildung der Kritzen erlaubt Rückschlüsse auf ihre Entstehung z.B. durch Reibung, Schlingerbewegung, Schlag. Beträgt die Differenz des größten Durchmessers eines Geschiebestückes gegenüber den anderen mehr als 1 Zentimeter, so regelt es sich parallel zur Schubrichtung ein. Dieser für die Grundmoräne geltende Betrag erhöht sich auf 1,5 Zentimeter für die Randmoräne.

2o. Zusammenfassung.

Im Rahmen einer Kieskartierung wurden die Meßtischblätter

Nr. 8224 Waldburg
Nr. 8324 Wangen West
Nr. 8223 Ravensburg
Nr. 8323 Tettnang
Nr. 8423 Langenargen
Nr. 8322 Friedrichshafen

neu kartiert und - wo vorhanden - ältere geologische Karten überarbeitet und ergänzt.

Die gegenüber früher veränderten Aufschlußverhältnisse und weiträumige Vergleiche der Sedimente ermöglichten eine exakte Ansprache der verschiedenen quartären Ablagerungen. Auf diese Weise konnte die Entstehung nicht nur des Großraumes, sondern auch vieler lokaler Bereiche geklärt werden.

Die im Arbeitsgebiet vertretenen quartären Sedimente gehören bis auf lokale Ausnahmen dem Würmglazial an und wurden in wechselnder Mächtigkeit auf Sandsteinen und Mergeln der Oberen Süßwassermolasse abgelagert.

Sedimente höheren Alters wurden beispielsweise im unteren Argental im 'Sack' angetroffen. Auf Grund pollenanalytischer Untersuchungen können sie mit einiger Sicherheit dem Rißglazial zugeordnet werden.

C^{14}-Bestimmungen humoser Proben vom Tobel bei Laimnau und der Kiesgrube im Knollengraben bei Ravensburg wurden vorgenommen. Sie ergaben ein Alter von mehr als 40500 Jahren bei Laimnau (damit wäre die unterlagernde Grundmoräne frühwürm- oder gar rißzeitlich) und von ca. 22000 Jahren bei Knollengraben, was für eine relativ kurze Dauer des Hoch-Würmglazials sprechen würde.

Weiträumig gesehen, wurden über einer vielfach anzutreffenden Sohlschicht aus Grundmoränensediment des letzten Gletschervorstoßes flächenhaft fluvio glaziale Sedimente abgelagert. In Form von Schotterkörpern mit mehr oder weniger deutlichen Erosionsspuren gestalten sie geomorphologisch den größten Teil des Untersuchungegebietes.

Anhand von Stauchmoränen sind Eisbewegungen während der Abschmelzphase des Würmgletschers besonders im Waldburger Raum zu erkennen. Es konnte gezeigt werden, daß die Sedimentrücken beiderseits des Mosertales verschieden alt sind. Der Verlauf der 'Inneren Jung Endmoräne' ist im Arbeitsgebiet nicht mehr festzustellen. Stattdessen gibt es eine Anzahl von Eisrandlagen mit Moränenresten, die untereinander gleichwertig sind.

Durch Auswertung der sedimentologischen Fakten in Schürfen und Aufschlüssen zeigte sich, daß die Deutung der Landschaftsformen mit den bisher üblichen Methoden der Geomorphologie häufig in Widerspruch zum geologischen Befund steht.

Das Haslach-Amtzeller Becken wird im Norden nicht von Randmoränen, sondern von Wällen aus Schmelzwassersedimenten eingefaßt.

Aus den Ablagerungen der Bollenbachsenke und des Karseebeckens können Rückschlüsse über das schrittweise Abschmelzen der Eiszungen gezogen werden. Die tertiären Rücken des Altdorfer Waldes und des Oberreuter Hochs setzen sich zu beiden Seiten des Karseebeckens bis zur Unteren Argen und darüber hinaus fort.

Der westliche Rand des Schussenbeckens trägt eine mächtigere Quartärbedeckung als der östliche. Im Westen herrschen Schmelzwassersedimente, im Osten Grundmoränenmaterial vor. Im Schussental selbst können Eisrandlagen, Stauseen usw. rekonstruiert werden. An manchen Stellen steht Grundmoränensediment dicht unter der Oberfläche an.

Die Schotterflächen von Wangen, Haslach und Primisweiler wurden von Schmelzwasserflüssen aufgeschüttet. Es gibt keinerlei Anzeichen einer ausgedehnten Stauseebildung.

Der Bereich Wangen - Tettnang - Lindau, bisher als Drumlinlandschaft charakterisiert, ist ebenso wie auch seine weitere Umgebung zum größten Teil aus intramarginalen Schmelzwassersedimenten (GERMAN 197o) aufgebaut. Es handelt sich nicht um eine subglazial entstandene Landschaft, sondern um ein Gebiet mit erosiv überprägten Schmelzwasserbildungen.

Die Neigung des Untergrundes zwang das Schmelzwasser dazu, immer am Eisrand entlangzufließen. Dabei wurden die vor dem Eis abgelagerten Schotterkörper zu Hügelketten und einzelnen Kuppenresten erodiert.

Statistische Untersuchungen an Geschieben aus Grund- und Randmoränen zeigen Gemeinsamkeiten, aber auch deutliche Unterscheidungsmerkmale auf. Die größere Beweglichkeit der Geschiebe in der Randmoräne kann aus der weniger strengen Kritzeneinregelung zur Längsachse der Geschiebe abgelesen werden.

21. Schrifttum.

ARMBRUSTER, L. : Lindauer Geologie.- Verl.d.Rathausbuchhandlung, 118 S. Lindau 1949.

BERTSCH, A. : Das Pollendiagramm vom ehemaligen Schussensee bei Ravensburg,- Veröff.Landesstelle Naturschutz u.Landschaftspflege Baden-Württemberg, 23, 136 - 143, Stuttgart 1955.

BÜLOW, K.v. : Einfluß von Eis und Untergrund auf Gefüge und Formen der Grundmoräne.-Ztschr. dtsch.Geol. 91, 318-326, 1939.

CAILLEUX, A. & TRICART, J.: Initiation à l'étude des sables et des galets.- 1.Bd., Centre de documentation universitaire, Paris 1959.

CARLÉ, W. : Das innere Gefüge der Stauch-Endmoränen und seine Bedeutung für die Gliederung des Altmoränengebietes._Geol.Rundsch. 29, 27-51, 1938.

EBERL, B. : Die Eiszeitenfolge im nördlichen Alpenvorlande.- Filser Verl., 427 S., Augsburg 1930.

EBERS, E. : Zur Entstehung der Drumlins als Stromlinienkörper. Zehn weitere Jahre der Drumlinforschung (1926 - 1936).- N.Jb.Geol.Paläont. 78, 200 - 240, Stuttgart 1937.

EINSELE, G. & SCHÖNENBERG, R.: Epirogen-tektonische Grundzüge des süddeutschen Beckens und seiner südöstlichen Randgebiete im Mesozoikum.- Publ.Serv.geol.Luxemb. 14, 139 - 164, Luxembourg 1964.

FEZER, F. : Tiefenverwitterung circumalpiner Pleistozänschotter.- Heidelberger geogr.Arbeiten, 24, 1969.

FEZER, F. & MUUSS, U. : Luftbildatlas Baden-Württemberg.- Paul List Verlag, 177 S., München 1971.

FILZER, P. & GERMAN, R.:Das Eem und die Würmeiszeit im Profil der wissenschaftlichen Kern-Bohrung Wurzacher Becken 1 (DFG).-Heidelberger geogr.Arbeiten, 20, 79-94, Heidelberg 1968.

FRAAS, O. : Begleitworte zur Geognostischen Spezialkarte von Württemberg,-Atlasblätter Ravensburg und Tettnang, 18 S., Stuttgart 1883.

GEIGER, E. : Der Geröllbestand des Rheingletschergebietes im Raum nördlich von Bodensee und Rhein. Jh.geol.Landesamt Baden-Württemberg, 11, S.127 1969.

GERMAN,R. : Zur Geologie des Lechvorlandgletschers.- Jber.Mitt.oberrh.geol.Ver., 44, 61-83, Stuttgart 1962 (a)

-- : Zur Deutung pleistozäner Sedimente und Formen I: Vergleiche mit rezenten Gletschergebieten (Großer Aletsch-Gletscher).- Jh.Ver.vaterl.Naturk.Württ. 117, 122-141, Stuttgart 1962 (b).

-- : Neue Ergebnisse zur quartären Landschaftsgeschichte Oberschwabens.- Jh.Ver.vaterl.Naturk. Württ.120, 124-125, Stuttgart 1965.

-- : Landschaftsgeschichte der Karbach-Eiszunge.- Naturschutz, Z.Bund Naturschutz Oberschwaben u.Bund Naturschutz Bodensee-Hegau, 8.Jahrg., 31-35 Wangen 1967.

-- : Moraines, s.Fairbridge 1968, 710-717.

-- : Die Unterscheidung von Grundmoräne und Schmelzwassersedimenten am Beispiel des württembergischen Allgäus.(Zur Deutung quartärer Sedimente und Formen II).-N.Jb.Geol.Paläont. Mh., 69-76, Stuttgart 1970 a.

-- : Rand und Vorland von Bernina-Gletschern und ihre Bedeutung für Oberschwaben. (Zur Deutung quartärer Sedimente und Formen III).-Jh.Ges.Naturk. Württ. 125, 76-87, Stuttgart 1970 b.

-- Umlagerung jüngster Sedimente im Gebirge.(Zur Deutung quartärer Sedimente und Formen IV).- Jh.Ges.Naturk.Württ. 125, 70-75, Stuttgart 1970 c.

-- : Die wichtigsten Sedimente am Rande des Eises. Ein aktuogeologischer Bericht von der Stirn des Kiagtut sermia bei Narssarssuaq (Südgrönland). (Zur Deutung quartärer Sedimente und Formen V).- N.Jb.Geol.Paläont. 138, 1-14, Stuttgart, 1971 a.

-- : Sediment-Umlagerung am Rande des Inlandeises. Ein aktuogeologischer Bericht über die Bedeutung von Windarbeit und Toteis an der Stirn des Kiagtut sermia bei Narssarssuaq (Südgrönland).(Zur Deutung quartärer Sedimente und Formen VI).-Jh. Ges.Naturk.Württ. 126, 125 - 136, Stuttgart 1971 b.

GERMAN,R.,FILZER,P.,DEHM,R.FREUDE,H.JUNG,W.& WITT,W.: Ergebnisse der wissenschaftlichen Kern-Bohrung Wurzacher Becken 1 (DFG).-Jh.Ver.vaterl.Naturk.Württ. 123, 34-67, Stuttgart 1968.

GERMAN,R., LOHR,J., WITTMANN,D. & BROSSE, P.: Die Höhenlage der Schichtengrenze Tertiär-Quartär im mittleren Oberschwaben.- Eiszeitalter u.Gegenw. 18, 1o4-1o9, Öhringen/Württ.,1967.

GEYER,O.F. & GWINNER,M.P. : Einführung in die Geologie von Baden-Württemberg.-E.Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung, 223 S., Stuttgart 1964.

GRAUL, H. : Bemerkungen zur Würmstratigraphie im Alpenvorland.- Geologica Bavarica 14, 124-139, München

GRIPP, K. : Entstehung der diluvialen Grundmoränenlandschaften und die Frage nach deren rezenten Äquivalenten in der Arktis.-Veröff.d. dtsch.wiss.Inst.Kopenhagen. I.Reihe, 4, 12 S. 1942.

-- : Eisbedingte Lagerungsstörungen.-Geol.Rdsch. 43, 39-45, 1955.

-- : Erdgeschichte von Schleswig-Holstein, Karl Wachholtz Verlag, Neumünster, 1964.

GRIPP,K. & TODTMANN, E. : Die Endmoräne des Green Bay Gletschers auf Spitzbergen.- Mitt.Geogr.Ges. Hamburg, 37, 45-75, 1926.

GROSS, H. : Die bisherigen Ergebnisse von C^{14}-Messungen und paläontologische Untersuchungen für die Gliederung und Chronologie des Jungpleistozäns in Mitteleuropa und den Nachbargebieten. Eiszeitalter u.Gegenw. 9, 155-187, 1958.

-- : Das Mittelwürm in Mitteleuropa und angrenzenden Gebieten. Eiszeitalter u.Gegenw. 15, , 187-198, 1964.

GRÜNVOGEL,E. :Südoberschwäbische Glazialprobleme,-Schrift. d.Ver.f.Gesch.d.Bodensees, 7o, 1951.

-- : Über die Drumlins des würmzeitlichen Rheingletschers östlich der Schussensenke.-Geologica Bavarica 18, 154-163, München 1953.

HOLE, F.D. : Drumlin Morphology and Soil Relationships in Jefferson County, Wisconsin.-Geol.and Natural Hist.Survey, Info.Circ. 15, 9 S., 197o.

HOLZMANN,H. : Geologische Kartierung im Wurzacher und Arnacher Becken.-Diplomarbeit, 93 + 7 S., Tübingen 197o.

LASCA, N.P. : The Drumlin Field of Southeastern Wisconsin.-Geol.and Natural Hist.Survey, Wisconsin. Info.Circ. 15, 13 S., 197o.

Machatschek,F.Geomorphologie.-B.G.Teubner, 2o9 S., Stuttgart 1968.

MADER,M. : Das Quartär zwischen Adelegg und Hochgelände. (Bildungsweise und Stratigraphie).-Jh.Ges. Naturk.Württ. 126, 178-2o5, Stuttgart 1971.

MADER, M. : Das Quartär zwischen Adelegg und Hochgelände. Diplomarbeit 126 S., Tübingen 197o.

MÜNST, M. : Beiträge zur Diluvialgeologie nördlich von Lindau/Bodensee.-Buchdruckerei Holzer, 63 S., Weiler i.Allgäu, 1955.

MÜNST,M.& SCHMIDT,A.unter Mitarbeit von SCHMIDT,M.: Erläuterungen zur Geologischen Spezialkarte von Württemberg, Blatt Tettnang (18o). (A.Bonz'Erben), 9o S., Stuttgart 1934.

PENCK,A.& BRÜCKNER,E.: Die Alpen im Eiszeitalter.- 3 Bde. Leipzig 19o9.

REGENHARDT,H.: Das Kehlgeschiebe, eine neue Form der Gletschererosion.-Z.Geomorph.N.F., Suppl.Bd. 13, 26-31, Berlin/Stuttgart 1972.

RICHMOND,G.H. :Surficial geology of the Georgiaville quadrangle, Rhode Island,- U.S.Geol.Survey geol.Quadrangle Maps of the U.S.,Washington D.C.1953.

RICHTER,K. : Die Bewegungsrichtungen des Inlandeises, rekonstruie rt aus den Kritzern und Längsachsen der Geschiebe.-Ztschr.f.Geschiebeforschung. 8, 62-66, 1932.

-- : Gefüge und Zusammensetzung des norddeutschen Jungmoränengebietes.-Abh.Geol.-Pal.Institut Greifswald, XI, 63 S., 1933.

SCHIFTAH,S. : Quartärgeologische Untersuchungen auf Blatt Kißlegg, Nr.8225.-Diplomarbeit, 67 S., München 197o.

SCHMIDLE,W. : Die diluviale Geologie der Bodenseegegend.- Verl.G.Westermann, Die Rheinlande Nr.8, Braunschweig u.Berlin, 1914.

-- : Die Drumlinhügel des diluvialen Rheingletschers.-Fortschr.Geol.Paläont.XI. 341-375, Deecke-Festschrift 1932.

SCHMIDT,M. : Die geologischen Verhältnisse des unteren Argentales.-Ber.4o Vers.geol.Ver.Lindau, 1o S., Lindau 19o7.

-- Rückzugsstadien der Würmvergletscherung im Argengebiet.-Ver.Gesch.d.Bodensees, 1911, XL 26-53, Konstanz.

-- : Die geologischen Verhältnisse des Oberamts Tettnang.-57 S., Verl.Kohlhammer, Stuttgart 1914.

SCHWARZENHÖLZER,G. : Geologische Kartierung von Blatt Waldburg.- Diss.Universität Tübingen (Mskpt), 77 S., 195o.

SEIFERT, G. : Das mikroskopische Korngefüge des Geschiebemergels als Abbild der Eisbewegung, zugleich Geschichte des Eisabbaus in Fehmarn, Ost-Wagrien und dem Dänischen Wohld.-Meyniana, 2, 124 - 184, Kiel 1954.

SIEGER, P. : Postglaziale Uferlinien des Bodensees.- Schr.Ver.Gesch.Bodensee, 21, 164-182, Konstanz 1892.

TODTMANN, E.M.:Gletscherforschung auf Island (Vatnajökull).- Abh.Auslandskde.Univ.Hamburg 65,(Naturwiss.) 19, 35 S., Hamburg 1960.

VOGEL.J.C. & ZAGWIJN,W.H. : Groningen Radiocarbon Dates VI.- Radiocarbon, Vol.9, 63-106, 1967.

WAGNER, E. : Über die Ausbildung des Diluviums in der nordöstlichen Bodenseelandschaft mit besonderer Berücksichtigung des Schussengebietes.-Jh.Ver. vaterl.Naturk.Württ., 67, 289-329, Stuttgart 1911.

WEIDENBACH,F.: Bildungsweise und Stratigraphie der diluvialen Ablagerungen Oberschwabens.- N.Jb.Min. ect.Beil. 78, 66-108, Stuttgart, 1937.

-- : Erdfälle in eiszeitlichen Beckentonen der Bodenseegegend.- N.Jb.Geol.Paläont. 97, 379-390, Stuttgart 1953.

WOLDSTEDT,P.: Das Eiszeitalter, Grundlinien einer Geologie des Diluviums.- Stuttgart, 1929.

-- : Das Eiszeitalter, Grundlinien einer Geologie des Quartärs.- 2 Bde. Stuttgart 1954, 1958.

ZAGWIJN,W.H. & PAEPE, R.: Die Stratigraphie der weichselzeitlichen Ablagerungen.- Eiszeitalter u.Gegenw. 19, 129-146, 1968.

Lebenslauf.

Am 30. Juli 1942 wurde ich, Horst Uwe Weinhold, als zweites Kind des technischen Oberinspektors Kurt Weinhold und seiner Ehefrau Else, geb. Becker, in Dömitz/Elbe geboren.

Gegen Kriegsende flüchteten meine Eltern nach Altena/Westfalen, wo ich von 1948 bis 1952 die Rahmeder Volksschule besuchte. Nach bestandener Aufnahmeprüfung wechselte ich in das Neusprachliche Jungengymnasium von Altena über und bestand 1961 das Abitur.

Für das Sommersemester 1961 schrieb ich mich an der Johannes-Gutenberg-Universität zu Mainz zum Studium der Geologie ein. Nach dem Vordiplom, 1963, studierte ich an der Eberhard-Karls-Universität zu Tübingen und verfertigte unter der Leitung von Prof.Dr.Schönenberg meine Diplomarbeit, eine Kartierung der Triasschichten an der Sauer bei Rosport in Luxemburg. Den Abschluß des Studiums bildete das Diplomexamen im Sommer 1968.

Als Praktikant war ich während des Studiums tätig bei der Preußag in Bergedorf bei Hamburg und im Erzbergbau Rammelsberg in Goslar.

Neben einer Kieskartierung im Auftrag der ehemaligen Planungsgemeinschaft östlicher Bodensee-Allgäu ergab sich für mich die Möglichkeit, ab Herbst 1968 die Dissertation "Beiträge zur Kenntnis des Quartärs im württembergischen Allgäu zwischen östlichem Bodensee und Altdorfer Wald" unter der Anleitung von Prof.Dr.German am Geologisch-Paläontologischen Institut der Universität Tübingen anzufertigen. Die Geländearbeit wurde 1971 abgeschlossen.

Seit 1971 bin ich beim Geologischen Landesamt von Schleswig-Holstein in Kiel angestellt.

Im Dezember 1968 heiratete ich die medizinisch-technische Assistentin Hilde-Roswitha, geb. Kneip.

Meine akademischen Lehrer waren die Professoren: Baier, Deichsel, Doebl, Einsele, Eisenack, v.Engelhardt, Ernst, Falke, Fischer, German, Gross, Hafemann, Hartl, Helke, Hentschel, Hiller, Höhn, Kollath, König, Mislin, Schmid, Schönenberg, Seilacher, Strassmann, Tobien, Troll, Wagner, Weber, Weiskirchner und Westphal.